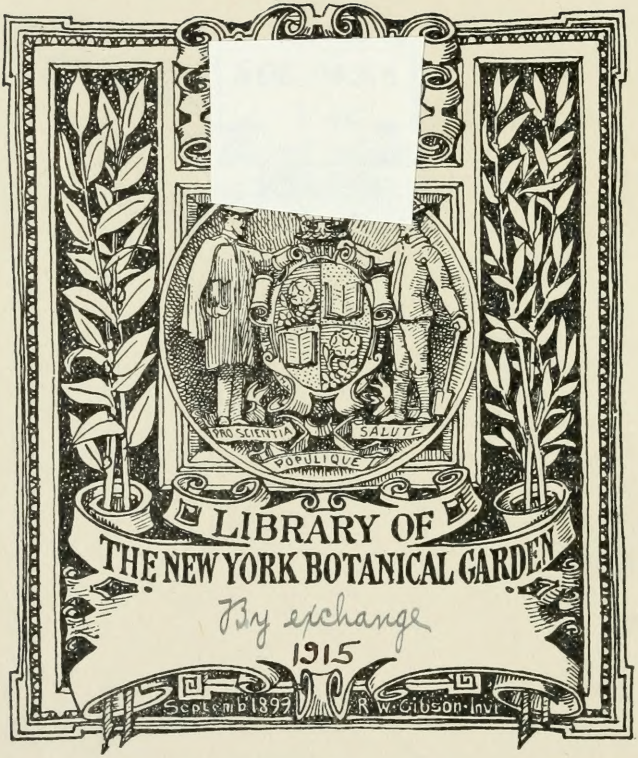
SHOUT
SHARE
IT


PRO SCIENTIA
SALUTE
POPULIQUE
Septemb 1899
R. W. Gibson Invt

LIBRARY OF
THE NEW YORK BOTANICAL GARDEN

By exchange
1915

BULLETIN
DE LA
SOCIÉTÉ VAUDOISE
DES
SCIENCES NATURELLES

publié sous la direction du Bureau

PAR

Félix ROUX

4e S. — Volume XXXIX

Ce volume contient les Bulletins Nos 146, 147, 148
publiés en 1903.

LAUSANNE
LIBRAIRIE F. ROUGE, RUE HALDIMAND
LIBRAIRIE DE L'UNIVERSITÉ

1903

XB
U866
21.39

SOCIÉTÉ VAUDOISE

DES

SCIENCES NATURELLES

N° 146,	publié en	mars 1903	Prix 5 fr. —
N° 147,	»	juin-septembre 1903	» 4 » —
N° 148,	»	décembre 1903	» 4 » —

Prix du vol. XXXIX

Fr. 13.—

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ VAUDOISE

DES

SCIENCES NATURELLES

publié sous la direction du Bureau

PAR

Félix ROUX

4e S. — Volume XXXIX

Ce volume contient les Bulletins Nos 146, 147, 148

publiés en 1903.

LAUSANNE
LIBRAIRIE F. ROUGE, RUE HALDIMAND.
LIBRAIRIE DE L'UNIVERSITÉ

1903

Lausanne. — Imp. CORBAZ & Comp

TABLE DES MÉMOIRES

DU VOLUME XXXIX

Pages

AMSTEIN, H. — Détermination de la valeur de l'intégrale . . . . $\int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{d\theta}{a^2 \sin^{2p}\theta + b^2 \cos^{2p}\theta}$ 1

FÉLIX, E. — Contribution à l'étude de l'identité de la variole et de la vaccine 409

LUGEON, M. — Les nappes de recouvrement de la Tatra et l'origine des klippes des Carpathes (8 figures) 17

FAES, H. — L'acide prussique gazeux dans la lutte contre les insectes 65

FOREL, AUG. — Faune myrmécologique des noyers dans le canton de Vaud 83

FOREL, AUG. — Recherches biologiques récentes de Miss Adèle Fielde sur les fourmis 95

GALLI-VALERIO, B. et Mme J. ROCHAZ-DE JONGH. — Etudes relatives à la malaria. La distribution des anopheles dans le canton du Valais, en relation avec les anciens foyers de malaria 101

SCHENK, ALEX. — Les sépultures et les populations préhistoriques de Chamblandes (suite), avec 24 figures 115

CORBOZ, F. — Flora Aclensis. Contribution à la flore d'Aclens ou recherches faites dans ce territoire pendant les années 1900 à 1902 211

PELET, L. — Rapport annuel sur la marche de la Société en 1902. 233

SCHENK, ALEX. — Les sépultures et les populations préhistoriques de Chamblandes (fin), avec 15 figures 241

AMANN, J. — L'origine et le sort des dérivés aromatiques dans l'organisme. Etude de chimie physiologique 329

Dr MACHON. — Phagocytose et opium dans les maladies infectieuses 353

MAILLARD, L. — Note sur la formule barométrique de Laplace . . 359

AUBERT, SAM. — Sur une association d'espèces calcicoles et calcifuges 369

BUGNION, ED. — Observation relative à un cas de mimétisme. Blepharis mendica. (Pl. I.) 385

MAILLARD, L. — Note sur la constitution physique de l'atmosphère. (Pl. II.) 389

MORTON, W. — Notes sur l'élevage des phyllies. (Pl. III.) 401

Pages.

Strzyzowski, C. — Une impureté non encore signalée de l'oxyde de magnésium 445
Galli-Valerio, B. et J. Rochaz-de Jongh. — Sur la présence de Mochlonyx velutinus dans le canton de Vaud. (Pl. IV.) . . . 453
Porchet, F. — Action des sels de cuivre sur la végétation. (Pl. V.) 461
Krafft, G. — Impressions de chimiste. Etude présentée à l'assemblée générale du 20 juin 1903, à Caux 553
Liste des membres de la Société au 31 décembre 1903 565
Observations météorologiques du Champ de l'Air, année 1902. Brochure supplémentaire.

TABLE DES MATIÈRES DU VOLUME XXXIX

(Bulletins nos 146 à 148.)

Les chiffres romains se rapportent aux pages des procès-verbaux.

A. AFFAIRES ADMINISTRATIVES

(Voir aux procès-verbaux.)

Assemblées générales. — De décembre 1902, p. xiii. — Du 4 mars 1903, p. xxiv. — Du 20 juin, à Caux Palace, p. xlix.

Bibliothèque. — Don de MM. Burnand frères, p. i. — Don de Mlle J. Chavannes, p. ii. — Don de M. G. Krafft, p. iii. — Dons de MM. H. Dufour, F.-A. Forel et Renevier, p. xiii. — Entente intervenue entre la Bibliothèque cantonale et la Société au sujet des abonnements, p. xiii. — Don de M. Wilczek, p. xxvi. — Don de M. E. Guinand, xlix.

Bureau. — Pour 1903, p. xiii. (*) Rapport du président pour 1902, p. 233. — Modifications du règlement relatives à la composition et à la nomination du Bureau, p. xxv.

Caisse. — Adoption du budget pour 1903, p. xiv.

Commission. — De vérification des comptes pour 1903, p. xiv. — Rapport de la Commission de vérification pour 1902, p. xxvi.

Décès. — Membre honoraire : M. Targioni-Tozetti, p. iii. — Membre associé émérite : M. Charles Dufour, p. xvii. — Membres actifs : MM. Pittet, horticulteur, p. xxxvi ; Aloys van Muyden, p. xl.

Démissions. — MM. Kamm, capitaine, p. i. — E. Bartholmess, p. ix. H. Golay et H. Durr, p. xvii. — de Baer et E. Herzen, p. xl.

Réceptions. — Membres honoraires : MM. Dr Amé Pictet, Genève, et Dr J. Nuesch, Schaffhouse, p. xlix.

Membres actifs : MM. B. Mayor, J. Perriraz et Brélaz, p. iii ; A. Niceforo, p. ix ; Ch. David et F. Cevey, p. xvii ; C. Strzyzowski, p. xviii ; A. Pfæhler, p. xxi ; Filsinger et F. Pittet, p. xxiv ; S. Keser, Caux, p. lii.

Divers. — Dépôt de plis cachetés par MM. L. Pelet, p. vii ; C. Strzyzowski, p. xxxix ; L. Maillard, p. xl. Heure des séances, p. xiv. Jubilé de M. Hagenbach-Bischoff, p. xxiii. Nomination de M. P. Jaccard, à Zurich, p. xxx. Séance à Lutry, p. xxxvi, xl.

B. TRAVAUX SCIENTIFIQUES

Les travaux ayant fait l'objet d'un mémoire publié dans le Bulletin de la Société sont marqués d'un (*) et la page est indiquée en chiffres arabes. Les chiffres romains se rapportent aux procès-verbaux.

Mathématiques et Astronomie.

(*) Détermination de la valeur de l'intégrale $\int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{d\theta}{a^2 \sin^{2p}\theta + b^2 \cos^{2p}\theta}$, p. i.
Instantanés au téléphot de l'éclipse de lune du 11 avril 1903, Vautier-Dufour, p. xlii.

Météorologie et physique du globe.

Sable éolien recueilli à Monthey, F.-A. Forel, p. ii.
Feux crépusculaires observés du 28 au 30 octobre 1902, F.-A. Forel, p. v ; id., p. xviii.
Même sujet, P.-L. Mercanton, p. vi.
Poussière volcanique de la Martinique, M. Lugeon, p. vii.
Sur l'avenir des glaciers, F.-A. Forel, p. xxii.
Poussières éoliennes, F.-A. Forel, p. xxvii, xxxiv, l.
Observations actinométriques, C. Buhrer et H. Dufour, p. xxxi.
Insolation en Suisse, H. Dufour, p. xxxii.
Tempête de terre observée à Rosario, Machon, p. xxxiii.
Nature des cendres volcaniques, F.-A. Forel, p. xxxiv.
(*) Formule barométrique de Laplace (sur la), L. Maillard, p, 359.
Colorations crépusculaires (renseignements sur les), H. Dufour, p. xxxvi.
(*) Constitution physique de l'atmosphère (pl. II), L. Maillard, p. 389.

Physique pure et appliquée.

Mesures photométriques de l'éclairage par des vitres diverses, H. Dufour, p. viii.
Application de la photographie à la colorimétrie et diaphanométrie, J. Amann, p. xii.

Absorption des rayons lumineux par les corps foncés, preuve photographique, A. Reiss, p. XII.
Poids moléculaires à l'état liquide, P. Dutoit, p. XXXI.
Décalque invisible de l'écriture à l'encre sur le papier ; photographies nocturnes, A. Reiss, p. XXXV.

Géologie, Minéralogie, Paléontologie.

Zone des cols dans la vallée de la Lenk, G. Rœssinger et St Jenkins, p. VII.
Bois fossiles trouvés à Chambéry, F.-A. Forel, p. XII.
(*) Les nappes de recouvrement de la Tatra et l'origine des klippes des Carpathes, M. Lugeon, p. 17.

Chimie.

Sur les limites de combustibilité, L. Pelet, p. II.
Procédé de dosage volumétrique de la fuchsine, L. Pelet, p. IV.
Nouveau réfractomètre à immersion de Zeiss, J. Amann, p. XVIII.
Sur l'emploi de calorifères dits inextinguibles, L. Pelet, p. XXI.
Sur le tirage des cheminées, L. Pelet, p. XXXVI.
(*) L'origine et le sort des dérivés aromatiques dans l'organisme, J. Amann, p. 329.
(*) Une impureté non encore signalée de l'oxyde de magnésium, C. Strzyzowski, p. 445.

Zoologie, Anatomie, Physiologie, Hygiène.

Recherches sur l'intestin du xylocopa, de l'abeille et du frelon, E. Bugnion, p. II et L.
Ornithorhynque du musée de la station agricole, S. Bieler, p. II.
Communications diverses sur les sirex, scolytes, bostriches, tachina, H. Faes, p. III.
Présentation d'exemples de mimétisme (insectes indigènes et exotiques), modèles représentant le cœur et ses vaisseaux chez les vertébrés, H. Blanc, p. IX.
Présentation d'échantillons zoologiques divers reçus pour le musée agricole, S. Bieler, p. XIV.
(*) La distribution des Anopheles dans le canton du Valais, en relation avec les anciens foyers de malaria, B. Galli-Valerio et J. Rochaz-de Jongh, p. 101.
Nid de Mégachile du rosier, H. Faes, p. XVII.
(*) Faune myrmécologique des noyers dans le canton de Vaud, Aug. Forel, p. 83.
(*) Recherches biologiques récentes de Miss Fielde sur les fourmis, Aug. Forel, p. 95.
(*) Les sépultures et les populations préhistoriques de Chamblandes, A. Schenk (suite), p. 115 et 241.
Emploi des sérums précipitants dans la détermination de l'origine des viandes, A. Borgeaud, p. XIX.

Les sauterelles dans la République Argentine, Machon, p. xxii.
(*) L'acide prussique gazeux dans la lutte contre les insectes, H. Faes, p. 65.
Communications diverses sur les moustiques, B. Galli-Valerio, p. xxiii.
Le mammifère mystérieux de la Patagonie, Machon, p. xxiii.
(*) Phagocytose et opium dans les maladies infectieuses, Machon, p. 353.
Pluie de chenilles à La Sagne (Neuchâtel), H. Faes, p. xxxiii.
(*) Observation sur un cas de mimétisme, Blepharis mendica (pl. I), E. Bugnion, p. 385.
Nombreuses larves de Ragonycha fulva trouvées sur la neige près du Sentier, F.-A. Forel, p. xl.
La pêche de la féra dans le Léman, F.-A. Forel, p. xl.
Le sens de l'olfaction chez l'escargot, Jung, p. l.
(*) Notes sur l'élevage des phyllies (pl. III), W. Morton, p. 401.
(*) Contribution à l'étude de l'identité de la variole et de la vaccine, Félix, p. 409.
(*) Sur la présence de Mochlonyx velutinus dans le canton de Vaud (pl. IV), B. Galli-Valerio et J. Rochaz-de Jongh, p. 453.

Botanique, Agriculture, Sylviculture.

Communication sur un polypore, F. Cornu, p. ii.
Acclimatation de Sarracenia purpurea, P. Jaccard, p. vii.
Essais de sélection et de fécondation du trèfle, Martinet, p. ix.
(*) Contribution à la Flore d'Aclens, F. Corboz, p. 211.
Recherches sur le pouvoir absorbant des terres arables, Dusserre et Th. Bieler, p. xxviii.
Hybride d'Amygdalus communis et persica; monstruosités végétales diverses, J Perriraz, p. xxix.
Ivoire de Palmier du Transvaal, S. Bieler, p. xxxv.
(*) Sur une association d'espèces calcicoles et calcifuges, S. Aubert, p. 369.
Statistique analytique des vins suisses, E. Chuard, p. xlii.
Plantes nouvelles pour le Jura vaudois, A. Porret, p. xliii.
Influence du sulfate de cuivre sur la végétation des céréales, F. Porchet, p. xliv.
Conférence sur le Maté, Machon, p. xlix.
Tableaux de botanique destinés à l'enseignement, J. Perriraz, p. liii.
(*) Action des sels de cuivre sur la végétation (pl. V), F. Porchet, p. 461.

Divers.

Les pierres à mortiers de la République Argentine, Machon, p. xv.
Sur quelques points de l'histoire de Lutry, Meylan, p. xl.
(*) Rapport sur la marche de la Société en 1902, L. Pelet, p. 233.
(*) Impressions de chimiste, G. Krafft, p. 553.
(*) Liste des membres de la Société au 31 décembre 1903, p. 565.
Supplément. — Observations météorologiques du Champ-de-l'Air en 1902.

TABLE DES AUTEURS

AMANN, J.
(*) L'origine et le sort des dérivés aromatiques dans l'organisme, p. 329.
Colorimétrie par photographie, p. XII.
Réfractomètre à immersion, p. XVIII.

AMSTEIN.
(*) Sur les valeurs d'une intégrale définie, p. 1.

AUBERT.
(*) Association d'espèces calcicoles et calcifuges, p. 369.

BIELER, S.
Ornithorhynque, p. II.
Echantillons du musée agricole, p. XIV.
Ivoire de palmier, p. XXXV.

BIELER, Th.
Pouvoir absorbant des terres arables, p. XXVIII.

BLANC, H.
Mimétisme et modèles de cœurs de vertébrés, p. IX.

BORGEAUD, A.
Sérums précipitants et origine des viandes, p. XIX.

BUGNION, E.
Intestin de xylocopa et d'abeille, p. II, L.
(*) Mimétisme chez Blepharis mendica, p. 385.

BUHRER.
Observations actinométriques, p. XXXI.

CHUARD, E.
Vins suisses, p. XLII.

CORBOZ, F.
(*) Flora aclensis, p. 211.

CORNU, F.
Sur un polypore, p. II.

DUFOUR, H.
Eclairage au travers des vitres, p. VIII.
Actinométrie, observations, p. XXXI.
Insolation en Suisse, p. XXXII.
Colorations crépusculaires, p. XXXVI.

DUSSERRE.
Pouvoir absorbant des terres arables, p. XXVIII.

DUTOIT, P.
Poids moléculaire à l'état liquide, p. XXXI.

FÆS, H.
(*) L'acide prussique gazeux employé contre les insectes, p. 65.
Sirex, scolytes, bostriches, etc., p. III.
Nid de mégachile du rosier, p. XVII.
Pluie de chenilles, p. XXXIII.

FÉLIX, E.
(*) Vaccine et variole, p. 409.

FOREL, AUG.
(*) Fourmis des noyers (Vaud), p. 83.
(*) Observations myrmécologiques de miss Fielde, p. 95.

FOREL, F.-A.
Sable éolien, Monthey, p. II.
Feux crépusculaires, p. V et XVIII.
Avenir des glaciers, p. XXII.
Poussières éoliennes, XXVII, XXXIV, L.
Cendres volcaniques, p. XXXIV.
Bois fossiles, p. XII.

Larves de Ragonycha sur la neige, p. XL.
Pêche de la féra, p. XL.

Galli-Valerio.
(*) Anopheles et malaria dans le Valais, p. 101.
Sur les moustiques, p. XXXIII.
(*) Mochlonyx velutinus dans le canton de Vaud, p. 453.

Jung.
Odorat de l'escargot, p. L.

Jaccard, P.
Sarracenia purpurea, p. VII.

Jenkins, S.
Zone des cols, Lenk, p. VII.

Krafft, G.
(*) Impressions de chimiste, p. 553.

Lugeon, M.
Poussières volcaniques, p. VII.
(*) Géologie de la Tatra, p. 17.

Machon.
Tempête de terre, Rosario, p. XXXIII.
Sauterelles, Rép. Argentine, p. XXII.
Mammifère mystérieux, Patagonie, p. XXIII.
(*) Phagocytose et opium, p. 353.
Maté, p. XLIX.
Pierres à mortiers, Rép. Argentine, p. XV.

Maillard, L.
(*) Formule barométrique de Laplace, p. 359.
(*) Constitution de l'atmosphère, p. 389.

Martinet, G.
Fécondation du trèfle, p. IX.

Mercanton, P.
Rougeurs crépusculaires, p. VI.

Meylan.
Histoire de Lutry, p. XL.

Morton, W.
(*) Elevage des phyllies, p. 401.

Pelet, L.
Limites de combustibilité, p. II.
Dosage de la fuchsine, p. IV.
Emploi des inextinguibles, p. XXI.
Tirage des cheminées, p. XXXVI.
(*) Rapport présidentiel, p. 233.

Perriraz, J.
Hybride et monstruosités, p. XXIX.
Tableaux de démonstration, p. LIII.

Porchet, F.
Sulfate de cuivre et céréales, p. XLIV.
(*) Action des sels de cuivre sur la végétation, p. 461.

Porret, A.
Plantes nouvelles au Jura, p. XLIII.

Reiss, R.
Absorption de la lumière, p. XII.
Décalque invisible de l'écriture, p. XXXV.
Photographies nocturnes, p. XXXV.

Rochaz-de Jongh, J.
(*) Anopheles et malaria en Valais, p. 101.
(*) Mochlonyx velutinus dans le canton de Vaud, p. 453.

Rœssinger, G.
Zone des cols, Lenk, p. VII.

Schenk, Alex.
(*) Sépultures anciennes de Chamblandes, p. 115 et 241.

Strzyzowski.
(*) Oxyde de magnésium impur, p. 445.

Vautier-Dufour.
Photographies lunaires, p. XLII.

BULLETIN
DE LA
SOCIÉTÉ VAUDOISE
DES SCIENCES NATURELLES

4e S.— Vol. XXXIX.
No 146.

Publié, sous la direction du Comité, par M. F. Roux.

Avec 32 figures dans le texte. — Prix : 5 fr.

Contenu : Pages

H. Amstein. — Déterminaion de la valeur de l'intégrale $\int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{d\theta}{a^2 \sin^{2p}\theta + b^2 \cos^{2p}\theta}$ 1

Maurice Lugeon. — Les nappes de recouvrement de la Tatra et l'origine des Klippes des Carpathes. (Avec 8 figures dans le texte) 17

Dr Henri Faes.— L'acide prussique gazeux dans la lutte contre les insectes. 65

Dr Aug. Forel. — Faune myrmécologique des noyers dans le canton de Vaud 83

Dr Aug. Forel. — Recherches biologiques récentes de Miss Adèle Fielde sur les fourmis. 95

Bruno Galli-Valério et Mme J. Rochaz-de Jongh. — Etudes relatives à la malaria. La distribution des Anopheles dans le canton du Valais, en relation avec les anciens foyers de malaria 101

Dr Alexandre Schenk. — Les sépultures et les populations préhistoriques de Chamblandes. *(Suite)*. (Avec 24 figures dans le texte) 115

F. Corboz. — Flora Aclensis. Contribution à la flore d'Aclens ou recherches faites dans ce territoire pendant les années 1900 à 1902. 211

L. Pelet. — Rapport annuel sur la marche de la Société pendant l'année 1902 233

PROCÈS-VERBAUX, du 7 janvier au 18 mars 1903.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES pour l'année 1902.

(Chaque auteur est responsable de ses écrits.)

AVIS IMPORTANT. — On est prié de tenir compte des avis insérés à la seconde page de la couverture.

LAUSANNE
LIBRAIRIE F. ROUGE & Cie, RUE HALDIMAND
LIBRAIRIE DE L'UNIVERSITÉ

Mars 1903

COMITÉ POUR 1903

Président :	MM. Krafft, Gustave, Dr ès sciences,	Lausanne.
Vice-Président :	Dutoit, Const., Dr-professeur,	id.
Membres :	Pelet, L., prof., route de Morges,	id.
	Dusserre, C., Mont-Calme,	id.
	Schenk, A., Dr-prof., av. de Rumine 60,	id.
Secrétaire :	Porchet, Ferd., Asst, Ecole de Chimie,	id.
Bibliothécaire :	J. Pingoud, La Fauvette, Chailly.	
Editeur du Bulletin :	Roux, F., Chalet Ferney 1,	Lausanne.
Caissier :	Ravessoud, Aug., Montbenon 4,	id.
Vérificateurs :	Jaccard, Paul, Dr-prof.,	Zurich.
	Forel, F.-A., professeur,	Morges.
	Lochmann, J.-J.,	Lausanne.

AVIS

I. Les personnes qui désirent publier des travaux dans le Bulletin sont priées de tenir compte des observations suivantes :

1° Tout manuscrit doit être adressé, en **copie lisible,** à l'*éditeur du Bulletin.* Il doit contenir l'adresse de l'auteur, l'indication du nombre d'exemplaires qu'il désire comme tirage à part, et celle du nombre de planches ou tableaux hors texte qui accompagnent le mémoire. Les épreuves en retour doivent également être adressées à l'éditeur.

2° Il ne sera fait de tirage à part d'un travail que sur la demande expresse de l'auteur.

3° Les tirages d'auteurs sont remis après le tirage pour le Bulletin, sans nouvelle mise en pages et avec la même pagination, après enlèvement du texte qui précède et du texte qui suit.

Tous les changements demandés pour des tirages à part sont à la charge des auteurs.

II. Nous rappelons aux Sociétés correspondantes que la *Liste des livres reçus,* publiée à la fin du volume, sert d'accusé de réception pour les publications qu'elles échangent avec nous.

* * *

Pour la rectification des adresses qui ne seraient pas exactes, on est prié de s'adresser au Secrétaire de la Soc. Vaud. des Sc. Nat., Ecole de Chimie, Lausanne.

Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles
Vol. XXXIX. N° 146. 1903

DÉTERMINATION DE LA VALEUR DE L'INTÉGRALE

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{d\theta}{a^2 \sin^{2p}\theta + b^2 \cos^{2p}\theta}.$$

PAR

H. AMSTEIN

Cette intégrale définie dans laquelle a et b signifient des constantes positives quelconques et p un nombre entier positif, a fait l'objet d'une question dans le tome VIII, n° 12 (décembre 1901), de l'*Intermédiaire des Mathématiciens*.

L'évaluation de cette intégrale n'offre aucune difficulté ; il suffit d'appliquer le théorème de Cauchy relatif à l'intégrale prise le long du contour limitant une certaine aire, pour obtenir la formule désirée. Celle-ci, vu son élégance et son utilité, me paraît mériter de figurer dans ce Bulletin. Après l'avoir communiquée à l'*Intermédiaire*, je me suis appliqué à effectuer aussi l'intégrale indéfinie correspondante dont la portée est évidemment plus grande, puisque l'intégrale définie n'en est qu'une application particulière. Or il se trouve que les calculs nécessaires, tout en étant un peu longs peut-être, sont très faciles et en quelque sorte élémentaires. C'est cette partie de mon travail qu'on va lire. Sans faire intervenir le théorème de Cauchy, on passera alors de l'intégrale indéfinie à l'intégrale définie proposée.

Soit à évaluer

$$V = \int \frac{d\theta}{a^2 \sin^{2p}\theta + b^2 \cos^{2p}\theta}.$$

On a successivement

$$V = \int \frac{d\theta}{a^2 \sin^{2p}\theta + b^2 \cos^{2p}\theta} = \int \frac{\frac{d\theta}{\cos^{2p}\theta}}{a^2 \operatorname{tg}^{2p}\theta + b^2} = \int \frac{(1 + \operatorname{tg}^2\theta)^p \, d\theta}{a^2 \operatorname{tg}^{2p}\theta + b^2}$$

$$= \int \frac{(1 + \operatorname{tg}^2\theta)^{p-1} \, d \operatorname{tg}\theta}{a^2 \operatorname{tg}^{2p}\theta + b^2} = \frac{1}{a^2} \int \frac{(1 + \operatorname{tg}^2\theta)^{p-1} \, d \operatorname{tg}\theta}{\operatorname{tg}^{2p}\theta + \frac{b^2}{a^2}},$$

et en posant

$$\operatorname{tg}\theta = x, \qquad \frac{b}{a} = c,$$

$$a^2 V = \int \frac{(1 + x^2)^{p-1}}{x^{2p} + c^2} \, dx.$$

La fonction à intégrer étant rationnelle, on la décomposera en fractions simples. A cet effet on déterminera les racines de l'équation

$$x^{2p} + c^2 = 0$$

ou de l'équation

$$x^{2p} = -c^2 = c^2 \, e^{(2k+1)\pi i}.$$

Elles sont

$$x_k = c^{\frac{1}{p}} \, e^{\frac{2k+1}{2p}\pi i} \qquad (k = 0, 1, 2, \ldots 2p - 1)$$

ou, en les ordonnant de manière à faire ressortir les racines conjuguées x_k et x'_k

$$\left\{ \begin{array}{l} x_k = c^{\frac{1}{p}} \, e^{\frac{2k+1}{2p}\pi i} \\ x'_k = c^{\frac{1}{p}} \, e^{-\frac{2k+1}{2p}\pi i} \end{array} \right. \qquad (k = 0, 1, 2, \ldots p - 1).$$

Si pour un instant et pour abréger l'écriture, on pose

$$\frac{2k+1}{2p} = \lambda,$$

les racines en question sont

$$\left\{\begin{array}{l} x_k = c^{\frac{1}{p}} e^{\lambda\pi i}, \\ x'_k = c^{\frac{1}{p}} e^{-\lambda\pi i} \end{array}\right.$$

et la décomposition de la fonction à intégrer en fractions simples sera, par conséquent, de la forme

$$\frac{(1+x^2)^{p-1}}{x^{2p}+c^2} = \sum_{k=0}^{p-1}\left[\frac{A_k}{x - c^{\frac{1}{p}} e^{\lambda\pi i}} + \frac{B_k}{x - c^{\frac{1}{p}} e^{-\lambda\pi i}}\right].$$

Les constantes A_k et B_k qui sont des nombres complexes conjugués, à savoir les résidus de la fonction du premier membre relativement aux pôles simples x_k et x'_k, se déterminent au moyen du procédé classique; c'est-à-dire si la fonction rationnelle que l'on veut décomposer en fractions simples est de la forme $\frac{f(x)}{\varphi(x)}$, où $f(x)$ et $\varphi(x)$ sont des polynômes, et qu'un de ses pôles simples soit a, le numérateur A de la fraction simple correspondante, $\frac{A}{x-a}$, est donné par la formule

$$A = \left.\frac{f(x)}{\varphi'(x)}\right|_{x=a},$$

où $\varphi'(x)$ signifie la dérivée de $\varphi(x)$.

Dans notre cas il vient

$$= \left|\frac{(1+x^2)^{p-1}}{2p\, x^{2p-1}}\right|_{x=x_k} = \left|\frac{x(1+x^2)^{p-1}}{2p\, x^{2p}}\right|_{x=x_k} = \left|\frac{x(1+x^2)^{p-1}}{-2p\, c^2}\right|_{x=x_k} =$$

$$= -\frac{1}{2pc^2}\, c^{\frac{1}{p}}\, e^{\lambda\pi i}\left(1 + c^{\frac{2}{p}}\, e^{2\lambda\pi i}\right)^{p-1}$$

et

$$B_k = -\frac{1}{2pc^2}\, c^{\frac{1}{p}}\, e^{-\lambda\pi i}\left(1 + c^{\frac{2}{p}}\, e^{-2\lambda\pi i}\right)^{p-1}.$$

On a donc identiquement

$$\frac{(1+x^2)^{p-1}}{x^{2p}+c^2} =$$

$$= -\frac{c^{\frac{1}{p}}}{2pc^2}\sum_{k=0}^{p-1}\left[\frac{e^{\lambda\pi i}\left(1 + c^{\frac{2}{p}}\, e^{2\lambda\pi i}\right)^{p-1}}{x - c^{\frac{1}{p}}\, e^{\lambda\pi i}} + \frac{e^{-\lambda\pi i}\left(1 + c^{\frac{2}{p}}\, e^{-2\lambda\pi i}\right)^{p-1}}{x - c^{\frac{1}{p}}\, e^{-\lambda\pi i}}\right].$$

On remarquera qu'en vertu d'un théorème bien connu sur la décomposition d'une fonction rationnelle en fractions simples, on a

$$\sum_{k=0}^{p-1}(A_k + B_k) = 0.$$

Ce fait entraîne les égalités

$$\sum_{k=0}^{p-1}\cos\frac{2k+1}{2p}\pi = 0,\quad \sum_{k=0}^{p-1}\cos\frac{3(2k+1)}{2p}\pi = 0,\quad \sum_{k=0}^{p-1}\cos\frac{5(2k+1)}{2p}\pi = 0$$

$$\ldots\ \sum_{k=0}^{p-1}\cos\frac{(2m+1)(2k+1)}{2p}\pi = 0 \qquad (m \leqq p-1),\ \ldots$$

$$\ldots\ \sum_{k=0}^{p-1}\cos\frac{(2p-1)(2k+1)}{2p}\pi = 0$$

qui d'ailleurs se démontrent directement sans aucune difficulté.

Afin d'éviter dans l'intégrale des logarithmes d'argument imaginaire, il suffit de réduire au même dénominateur les deux fractions sous le signe Σ; par là toutes les quantités en jeu, de même que les intégrales respectives, deviennent réelles.

Il vient

$$-\frac{2pc^2}{c^{\frac{1}{p}}}\,\frac{(1+x^2)^{p-1}}{x^{2p}+c^2}=\sum_{k=0}^{p-1}\frac{M_k x - c^{\frac{1}{p}}N_k}{x^2-2c^{\frac{1}{p}}\cos\lambda\pi+c^{\frac{2}{p}}},$$

où

$$\left\{\begin{aligned} M_k &= e^{\lambda\pi i}\left(1+c^{\frac{2}{p}}e^{2\lambda\pi i}\right)^{p-1}+e^{-\lambda\pi i}\left(1+c^{\frac{2}{p}}e^{-2\lambda\pi i}\right)^{p-1}.\\ N_k &= \left(1+c^{\frac{2}{p}}e^{2\lambda\pi i}\right)^{p-1}+\left(1+c^{\frac{2}{p}}e^{-2\lambda\pi i}\right)^{p-1}.\end{aligned}\right.$$

Pour mettre M_k et N_k sous forme réelle, on considérera l'expression

$$K=e^{x\pi i}\left(1+c^{\frac{2}{p}}e^{2\lambda\pi i}\right)^{p-1}+e^{-x\pi i}\left(1+c^{\frac{2}{p}}e^{-2\lambda\pi i}\right)^{p-1}$$

qui donne M_k pour $x=\lambda$ et N_k pour $x=0$.

On a

$$K=e^{x\pi i}\sum_{m=0}^{p-1}(p-1)_m\,c^{m\frac{2}{p}}e^{m.2\lambda\pi i}+e^{-x\pi i}\sum_{m=0}^{p-1}(p-1)_m\,c^{m.\frac{2}{p}}e^{m.2\lambda\pi i}.$$

où $(p-1)_m$ signifie le m^ième^ coefficient du binôme, à savoir

$$(p-1)_m=\frac{(p-1)}{1}\cdot\frac{(p-2)}{2}\cdot\frac{(p-3)}{3\ldots\ldots}\cdots\frac{(p-m)}{m},\quad (p-1)_0=1.$$

On peut écrire ensuite

$$K=\sum_{m=0}^{p-1}(p-1)_m\,c^{m\frac{2}{p}}\left[e^{(2m\lambda+x)\pi i}+e^{-(2m\lambda+x)\pi i}\right]=$$

$$=2\sum_{m=0}^{p-1}(p-1)_m\,c^{m.\frac{2}{p}}\cos(2m\lambda+x)\pi.$$

On obtient donc : pour $x=\lambda$

$$M_k=2\sum_{m=0}^{p-1}(p-1)_m\,c^{m.\frac{2}{p}}\cos(2m+1)\lambda\pi$$

et pour $x=0$

$$N_k = 2\sum_{m=0}^{p-1}(p-1)_m\, e^{m\cdot\frac{2}{p}} \cos 2m\lambda\pi .$$

L'on sait que l'intégrale

$$\int \frac{M_k x - e^{\frac{1}{p}} N_k}{x^2 - 2e^{\frac{1}{p}} x \cos\lambda\pi + e^{\frac{2}{p}}}\, dx$$

est de la forme

$$\int \frac{M_k x - e^{\frac{1}{p}} N_k}{x^2 - 2e^{\frac{1}{p}} x \cos\lambda\pi + e^{\frac{2}{p}}}\, dx = A \log\left(x^2 - 2e^{\frac{1}{p}} x \cos\lambda\pi + e^{\frac{2}{p}}\right) +$$

$$+ B\int \frac{dx}{x^2 - 2e^{\frac{1}{p}} x \cos\lambda\pi + e^{\frac{2}{p}}} .$$

Les constantes A et B s'obtiennent en différentiant cette égalité et en comparant dans les numérateurs les coefficients des mêmes puissances de x. Il vient

$$A = \frac{1}{2} M_k , \quad B = e^{\frac{1}{p}} (M_k \cos\lambda\pi - N_k).$$

Quant à l'intégration qui reste encore à effectuer, on sait que

$$\int \frac{dx}{x^2 - 2e^{\frac{1}{p}} x \cos\lambda\pi + e^{\frac{2}{p}}} = \int \frac{dx}{(x - e^{\frac{1}{p}} \cos\lambda\pi)^2 + e^{\frac{2}{p}} \sin^2\lambda\pi} =$$

$$= \frac{1}{e^{\frac{1}{p}} \sin\lambda\pi} \operatorname{arctg} \frac{x - e^{\frac{1}{p}} \cos\lambda\pi}{e^{\frac{1}{p}} \sin\lambda\pi} ,$$

de sorte que

$$\frac{M_{\mathrm{k}}\,x - c^{\frac{1}{p}}\,N_{\mathrm{k}}}{x^2 - 2c^{\frac{1}{p}}\,x\cos\lambda\pi + c^{\frac{2}{p}}}\,dx = \frac{1}{2}\,M_{\mathrm{k}}\log\left(x^2 - 2c^{\frac{1}{p}}\,x\cos\lambda\pi + c^{\frac{2}{p}}\right) +$$

$$+ \frac{M_{\mathrm{k}}\cos\lambda\pi - N_{\mathrm{k}}}{\sin\lambda\pi}\,\mathrm{arctg}\,\frac{x - c^{\frac{1}{p}}\cos\lambda\pi}{c^{\frac{1}{p}}\sin\lambda\pi}$$

et par suite

$$\int\frac{(1+x^2)^{p-1}}{x^{2p}+c^2}\,dx = -\frac{c^{\frac{1}{p}}}{2pc^2}\sum_{k=0}^{p-1}\left[\frac{1}{2}\,M_{\mathrm{k}}\log\left(x^2 - 2c^{\frac{1}{p}}\,x\cos\lambda\pi + c^{\frac{2}{p}}\right) +\right.$$

$$\left.+ \frac{M_{\mathrm{k}}\cos\lambda\pi - N_{\mathrm{k}}}{\sin\lambda\pi}\,\mathrm{arctg}\,\frac{x - c^{\frac{1}{p}}\cos\lambda\pi}{c^{\frac{1}{p}}\sin\lambda\pi}\right| + \text{const.}$$

Si dans cette formule on remplace x par $\mathrm{tg}\,\theta$, λ par sa valeur $\frac{2k+1}{2p}$, on a finalement

$$V = \int\frac{d\theta}{a^2\sin^{2p}\theta + b^2\cos^{2p}\theta} =$$

$$-\frac{c^{\frac{1}{p}}}{2pa^2c^2}\sum_{k=0}^{p-1}\left[\frac{1}{2}\,M_{\mathrm{k}}\log\frac{\sin^2\theta - 2c^{\frac{1}{p}}\cos\frac{2k+1}{2p}\pi\sin\theta\cos\theta + c^{\frac{2}{p}}\cos^2\theta}{\cos^2\theta} +\right.$$

$$\left.\frac{M_{\mathrm{k}}\cos\frac{2k+1}{2p}\pi - N_{\mathrm{k}}}{\sin\frac{2k+1}{2p}\pi}\,\mathrm{arctg}\,\frac{\sin\theta - c^{\frac{1}{p}}\cos\frac{2k+1}{2p}\pi\cos\theta}{c^{\frac{1}{p}}\sin\frac{2k+1}{2p}\pi\cos\theta}\right| + \text{const.}$$

où

$$\left\{\begin{aligned} M_{\mathrm{k}} &= 2\sum_{m=0}^{p-1}(p-1)_m\,c^{m\frac{2}{p}}\cos\frac{(2m+1)\,(2k+1)}{2p}\pi \\ N_{\mathrm{k}} &= 2\sum_{m=0}^{p-1}(p-1)_m\,c^{m\frac{2}{p}}\cos\frac{m\,(2k+1)}{p}\pi\,. \end{aligned}\right.$$

Dans cette intégrale on introduira maintenant la limite inférieure $\theta = 0$. A cet effet on remarquera 1° que

$$\frac{1}{2} M_k \log \left. \frac{\sin^2\theta - 2c^{\frac{1}{p}} \cos \frac{2k+1}{2p}\pi \sin\theta \cos\theta + c^{\frac{2}{p}} \cos^2\theta}{\cos^2\theta} \right|_{\theta=0} =$$

$$= \frac{1}{2} M_k \log c^{\frac{2}{p}} = M_k \log c^{\frac{1}{p}}$$

et

$$\sum_{k=0}^{p-1} M_k \log c^{\frac{1}{p}} = \log c^{\frac{1}{p}} . \sum_{k=0}^{p-1} M_k = 0,$$

car

$$M_k = A_k + B_k$$

et

$$\sum_{k=0}^{p-1} M_k = \sum_{k=0}^{p-1} (A_k + B_k) = 0 ;$$

2° que

$$\operatorname{arctg} \left. \frac{\sin\theta - c^{\frac{1}{p}} \cos \frac{2k+1}{2p}\pi \cos\theta}{c^{\frac{1}{p}} \sin \frac{2k+1}{2p}\pi . \cos\theta} \right|_{\theta=0} = \operatorname{arctg} \left(- \operatorname{cotg} \frac{2k+1}{2p} \pi\right.$$

$$= - \operatorname{arctg} \left(\operatorname{cotg} \frac{2k+1}{2p}\pi\right) = - \left[\frac{\pi}{2} - \operatorname{arccotg} \left(\operatorname{cotg} \frac{2k+1}{2p}\pi\right)\right] =$$

$$= - \left(\frac{\pi}{2} - \frac{2k+1}{2p}\pi\right).$$

Il vient donc

$$(1) \qquad \int_0^\theta \frac{d\theta}{a^2 \sin^{2p}\theta + b^2 \cos^{2p}\theta} =$$

$$= - \frac{c^{\frac{1}{p}}}{2pb^2} \sum_{k=0}^{p-1} \left[\frac{1}{2} M_k \log \frac{\sin^2\theta - 2c^{\frac{1}{p}} \cos \frac{2k+1}{2p}\pi \sin\theta\cos\theta + c^{\frac{2}{p}} \cos^{2}}{\cos^2\theta} \right.$$

$$+\frac{\mathrm{M_k}\cos\dfrac{2k+1}{2p}\pi-\mathrm{N_k}}{\sin\dfrac{2k+1}{2p}\pi}\operatorname{arctg}\frac{\sin\theta-c^{\frac{1}{p}}\cos\dfrac{2k+1}{2p}\pi\cos\theta}{c^{\frac{1}{p}}\sin\dfrac{2k+1}{2p}\pi\,.\cos\theta}+$$

$$+\frac{\mathrm{M_k}\cos\dfrac{2k+1}{2p}\pi-\mathrm{N_k}}{\sin\dfrac{2k+1}{2p}\pi}\left(\frac{\pi}{2}-\frac{2k+1}{2p}\pi\right)\Bigg].$$

Afin de rendre cette formule aussi maniable que possible, on évaluera encore les deux sommes

$$\sum_{k=0}^{p-1}\frac{\mathrm{M_k}\cos\dfrac{2k+1}{2p}\pi-\mathrm{N_k}}{\sin\dfrac{2k+1}{2p}\pi},\quad\sum_{k=0}^{p-1}\frac{2k+1}{2p}\,\frac{\mathrm{M_k}\cos\dfrac{2k+1}{2p}\pi-\mathrm{N_k}}{\sin\dfrac{2k+1}{2p}\pi}.$$

On a déjà vu que

$$\begin{array}{l|l}\dfrac{1}{2}\,\mathrm{M_k}=\displaystyle\sum_{m=0}^{p-1}(p-1)_m\,c^{m\cdot\frac{2}{p}}\cos\frac{(2m+1)(2k+1)\pi}{2p} & \cos\dfrac{2k+1}{2p}\\ & \\ \dfrac{1}{2}\,\mathrm{N_k}=\displaystyle\sum_{m=0}^{p-1}(p-1)_m\,c^{m\cdot\frac{2}{p}}\cos\frac{m(2k+1)\pi}{p} & -1\end{array}$$

Il s'ensuit que

$$\frac{1}{2}\,\mathrm{M_k}\cos\frac{2k+1}{2p}\pi-\frac{1}{2}\,\mathrm{N_k}=$$

$${}^{1}_{0}(p-1)_m\,c^{m\cdot\frac{2}{p}}\left[\cos\frac{(2m+1)(2k+1)\pi}{2p}\cos\frac{2k+1}{2p}\pi-\cos\frac{m(2k+1)}{p}\pi\right]$$

$${}^{1}_{0}(p-1)_m\,c^{m\cdot\frac{2}{p}}\left[\frac{1}{2}\cos\frac{(m+1)(2k+1)\pi}{p}+\frac{1}{2}\cos\frac{m(2k+1)}{p}\pi-\cos\frac{m(2k+1)}{p}\pi\right]=$$

$$\Sigma_{=0}^{-1}(p-1)_m\,c^{m\cdot\frac{2}{p}}\left[\frac{1}{2}\cos\frac{(m+1)(2k+1)\pi}{p}-\frac{1}{2}\cos\frac{m(2k+1)\pi}{p}\right]=$$

$$= -\sum_{m=0}^{p-1} (p-1)_m \, c^{m\cdot\frac{2}{p}} \sin\frac{(2m+1)(2k+1)\pi}{2p} \sin\frac{2k+1}{2p}\pi =$$

$$= -\sin\frac{2k+1}{2p}\pi \sum_{m=0}^{p-1} (p-1)_m \, c^{m\cdot\frac{2}{p}} \sin\frac{(2m+1)(2k+1)\pi}{2p} ;$$

puis

$$\frac{\frac{1}{2} M_k \cos\frac{2k+1}{2p}\pi - N_k}{\sin\frac{2k+1}{2p}\pi} = -\sum_{m=0}^{p-1} (p-1)_m \, c^{m\cdot\frac{2}{p}} \sin\frac{(2m+1)(2k+1)\pi}{2p} .$$

Pour effectuer la sommation relative à la lettre k, on peut écrire

$$(2) \quad -\sum_{k=0}^{p-1} \frac{\frac{1}{2} M_k \cos\frac{2k+1}{2p}\pi - \frac{1}{2} N_k}{\sin\frac{2k+1}{2p}\pi} = \sum_{m=0}^{p-1} (p-1)_m \, c^{m\cdot\frac{2}{p}} \Big[\sin\frac{2m+1}{2p}\pi +$$

$$+ \sin\frac{(2m+1)3\pi}{2p} + \sin\frac{(2m+1)5\pi}{2p} + \ldots + \sin\frac{(2m+1)(2p-1)\pi}{2p} \Big] .$$

Or la somme de sinus figurant dans cette expression, s'obtient facilement. On a, en effet,

$$\sin\frac{2m+1}{2p}\pi + \sin\frac{(2m+1)3\pi}{2p} + \sin\frac{(2m+1)5\pi}{2p} + \ldots + \sin\frac{(2m+1)(2p-1)}{2p}$$

$$= \frac{1}{2i}\Big[e^{\frac{2m+1}{2p}\pi i} + e^{\frac{(2m+1)3}{2p}\pi i} + e^{\frac{(2m+1)5}{2p}\pi i} + \ldots + e^{\frac{(2m+1)(2p-1)}{2p}\pi i}$$

$$- e^{-\frac{2m+1}{2p}\pi i} - e^{-\frac{(2m+1)3}{2p}\pi i} - e^{-\frac{(2m+1)5}{2p}\pi i} - \ldots - e^{-\frac{(2m+1)(2p-1)}{2p}\pi i} \Big] =$$

$$= \frac{1}{2i}\left[\frac{e^{\frac{(2m+1)(2p+1)}{2p}\pi i} - e^{\frac{2m+1}{2p}\pi i}}{e^{\frac{2m+1}{p}\pi i} - 1} - \frac{e^{-\frac{(2m+1)(2p+1)}{2p}\pi i} - e^{-\frac{2m+1}{2p}\pi i}}{e^{-\frac{2m+1}{p}\pi i} - 1} \right] =$$

$$= \frac{1}{2i}\left[\frac{-e^{\frac{2m+1}{2p}\pi i} - e^{\frac{2m+1}{2p}\pi i}}{e^{\frac{2m+1}{p}\pi i} - 1} - \frac{-e^{-\frac{2m+1}{2p}\pi i} - e^{-\frac{2m+1}{2p}\pi i}}{e^{-\frac{2m+1}{p}\pi i} - 1}\right] =$$

$$= \frac{1}{i}\left[-\frac{e^{\frac{2m+1}{2p}\pi i}}{e^{\frac{2m+1}{p}\pi i} - 1} + \frac{e^{-\frac{2m+1}{2p}\pi i}}{e^{-\frac{2m+1}{p}\pi i} - 1}\right] =$$

$$= \frac{1}{i}\left[-\frac{1}{e^{\frac{2m+1}{2p}\pi i} - e^{-\frac{2m+1}{2p}\pi i}} + \frac{1}{e^{-\frac{2m+1}{2p}\pi i} - e^{\frac{2m+1}{2p}\pi i}}\right] =$$

$$= \frac{1}{i}\left[-\frac{1}{2i\sin\frac{2m+1}{2p}\pi} - \frac{1}{2i\sin\frac{2m+1}{2p}\pi}\right] = \frac{1}{\sin\frac{2m+1}{2p}\pi}.$$

La somme cherchée est donc

$$(3) \qquad -\sum_{k=0}^{p-1}\frac{\frac{1}{2}\,\mathrm{M}_k\cos\frac{2k+1}{2p}\pi - \frac{1}{2}\,\mathrm{N}_k}{\sin\frac{2k+1}{2p}\pi} = \sum_{m=0}^{p-1}\frac{(p-1)_m\, e^{m\cdot\frac{2}{p}}}{\sin\frac{2m+1}{2p}\pi} =$$

$$= \frac{1}{\sin\frac{\pi}{2p}} + \frac{(p-1)_1\, e^{\frac{2}{p}}}{\sin\frac{3\pi}{2p}} + \frac{(p-1)_2\, e^{2\cdot\frac{2}{p}}}{\sin\frac{5\pi}{2p}} + \ldots + \frac{(p-1)_{p-1}\, e^{(p-1)\frac{2}{p}}}{\sin\frac{2p-1}{2p}\pi}.$$

En s'appuyant sur les calculs qui ont abouti à la formule (2), on reconnaît que la seconde somme est donnée par

$$-\sum_{k=0}^{p-1}\frac{2k+1}{2p}\cdot\frac{\mathrm{M}_k\cos\frac{2k+1}{2p}\pi - \mathrm{N}_k}{\sin\frac{2k+1}{2p}\pi} =$$

$$= 2\sum_{m=0}^{p-1}(p-1)_m\, e^{m\cdot\frac{2}{p}}\left[\frac{1}{2p}\sin\frac{(2m+1)\pi}{2p} + \frac{3}{2p}\sin\frac{(2m+1)3\pi}{2p} + \right.$$

$$\left. + \frac{5}{2p}\sin\frac{(2m+1)5\pi}{2p} + \ldots + \frac{2p-1}{2p}\sin\frac{(2m+1)(2p-1)\pi}{2p}\right].$$

Afin de déterminer la somme entre crochets on considérera d'abord cette autre somme

$$\cos\frac{x}{2p}+\cos\frac{3x}{2p}+\cos\frac{5x}{2p}+\ldots+\cos\frac{(2p-1)x}{2p}=$$

$$=\frac{1}{2}\left[\left(e^{\frac{x}{2p}i}+e^{\frac{3x}{2p}i}+e^{\frac{5xi}{2p}}+\ldots+e^{\frac{(2p-1)xi}{2p}}\right)+\right.$$

$$\left.+\left(e^{-\frac{x}{2p}i}+e^{-\frac{3x}{2p}i}+e^{-\frac{5x}{2p}i}+\ldots+e^{-\frac{(2p-1)x}{2p}i}\right)\right]$$

$$=\frac{1}{2}\left[\frac{e^{\frac{2p+1}{2p}xi}-e^{\frac{x}{2p}i}}{e^{\frac{x}{p}i}-1}+\frac{e^{-\frac{2p+1}{2p}xi}-e^{-\frac{x}{2p}i}}{e^{-\frac{x}{p}i}-1}\right]=$$

$$=\frac{1}{2}\,\frac{e^{\frac{2p-1}{2p}xi}-e^{-\frac{x}{2p}i}-e^{\frac{2p+1}{2p}xi}+e^{\frac{x}{2p}i}+e^{-\frac{2p-1}{2p}xi}-e^{\frac{x}{2p}i}-e^{-\frac{2p+1}{2p}xi}+e^{-\frac{x}{2p}i}}{\left(e^{\frac{x}{p}i}-1\right)\left(e^{-\frac{x}{p}i}-1\right)}$$

$$=\frac{1}{2}\,\frac{\left(e^{\frac{2p-1}{2p}xi}+e^{-\frac{2p-1}{2p}xi}\right)-\left(e^{\frac{2p+1}{2p}xi}+e^{-\frac{2p+1}{2p}xi}\right)}{e^{\frac{x}{2p}i}\left(e^{\frac{x}{2p}i}-e^{-\frac{x}{2p}i}\right)e^{-\frac{x}{2p}i}\left(e^{-\frac{x}{2p}i}-e^{\frac{x}{2p}i}\right)}=$$

$$=\frac{1}{2}\,\frac{2\cos\frac{2p-1}{2p}x-2\cos\frac{2p+1}{2p}x}{2i\sin\frac{x}{2p}\,(-2i)\sin\frac{x}{2p}}=\frac{\cos\frac{2p-1}{2p}x-\cos\frac{2p+1}{2p}x}{4\sin^2\frac{x}{2p}}=$$

$$=\frac{\sin x\sin\frac{x}{2p}}{2\sin^2\frac{x}{2p}}=\frac{\sin x}{2\sin\frac{x}{2p}}\,.$$

Dérivant par rapport à x les deux membres de cette égalité

$$\cos\frac{x}{2p}+\cos\frac{3x}{2p}+\cos\frac{5x}{2p}+\ldots+\cos\frac{(2p-1)x}{2p}=\frac{1}{2}\,\frac{\sin x}{\sin\dfrac{x}{2p}},$$

il vient

$$-\left[\frac{1}{2p}\sin\frac{x}{2p}+\frac{3}{2p}\sin\frac{3x}{2p}+\frac{5}{2p}\sin\frac{5x}{2p}+\ldots+\frac{2p-1}{2p}\sin\frac{(2p-1)x}{2p}\right]=$$

$$=\frac{\sin\dfrac{x}{2p}\cos x-\dfrac{1}{2p}\sin x\cos\dfrac{x}{2p}}{2\sin^2\dfrac{x}{2p}}.$$

Or il suffit de faire $x=(2m+1)\pi$ dans cette formule pour avoir immédiatement la somme cherchée, à savoir

$$\frac{1}{2p}\sin\frac{(2m+1)\pi}{2p}+\frac{3}{2p}\sin\frac{(2m+1)3\pi}{2p}+\frac{5}{2p}\sin\frac{(2m+1)5\pi}{2p}+\ldots+$$

$$+\frac{2p-1}{2p}\sin\frac{(2m+1)(2p-1)\pi}{2p}=\frac{1}{2\sin\dfrac{(2m+1)\pi}{2p}}.$$

On a ainsi

$$(4)\qquad -\sum_{k=0}^{p-1}\frac{2k+1}{2p}\,\frac{\mathrm{M}_k\cos\dfrac{2k+1}{2p}\pi-\mathrm{N}_k}{\sin\dfrac{2k+1}{2p}}=\sum_{m=0}^{p-1}\frac{(p-1)_m\,e^{m.\frac{i}{p}}}{\sin\dfrac{2m+1}{2p}\pi}.$$

On peut constater que, dans la formule (1), l'expression provenant de la limite inférieure

$$\sum_{k=0}^{p-1}\frac{\mathrm{M}_k\cos\dfrac{2k+1}{2p}\pi-\mathrm{N}_k}{\sin\dfrac{2k+1}{2p}\pi}\left(\frac{\pi}{2}-\frac{2k+1}{2p}\pi\right)\quad\text{est}=0,$$

car on a d'après (3) et (4)

$$\frac{\pi}{2}\sum_{k=0}^{p-1}\frac{\mathrm{M_k}\cos\frac{2k+1}{2p}\pi-\mathrm{N_k}}{\sin\frac{2k+1}{2p}\pi}-\pi\sum_{k=0}^{p-1}\frac{2k+1}{2p}\,\frac{\mathrm{M_k}\cos\frac{2k+1}{2p}\pi-\mathrm{N_k}}{\sin\frac{2k+1}{2p}\pi}=$$

$$=-\pi\sum_{m=0}^{p-1}\frac{(p-1)_m\,c^{m.\frac{2}{p}}}{\sin\frac{2m+1}{2p}\pi}+\pi\sum_{m=0}^{p-1}\frac{(p-1)_m\,c^{m.\frac{2}{p}}}{\sin\frac{2m+1}{2p}\pi}=0\,.$$

L'intégrale (1) prend ainsi la forme plus simple

$$(5)\qquad \int_0^{\theta}\frac{d\theta}{a^2\sin^{2p}\theta+b^2\cos^{2p}\theta}=$$

$$=-\frac{c^{\frac{1}{p}}}{2pb^2}\sum_{k=0}^{p-1}\left[\frac{1}{2}\mathrm{M_k}\log\frac{\sin^{2}\theta-2c^{\frac{1}{p}}\cos\frac{2k+1}{2p}\pi\sin\theta\cos\theta+c^{\frac{2}{p}}\cos^{2}\theta}{\cos^{2}\theta}\right.$$

$$\left.+\frac{\mathrm{M_k}\cos\frac{2k+1}{2p}\pi-\mathrm{N_k}}{\sin\frac{2k+1}{2p}\pi}\operatorname{arctg}\frac{\sin\theta-c^{\frac{1}{p}}\cos\frac{2k+1}{2p}\pi\cos\theta}{c^{\frac{1}{p}}\sin\frac{2k+1}{2p}\pi\cos\theta}\right].$$

Pour terminer et afin d'obtenir l'intégrale définie demandée dans l'*Intermédiaire*, on fera encore, dans cette formule, $\theta=\frac{\pi}{2}$. Les termes logarithmiques disparaîtront. Ils deviennent infinis, il est vrai, mais tous de la même manière, de sorte que la somme $\sum\limits_{k=0}^{p-1}\frac{1}{2}\mathrm{M_k}$ qui est nulle, peut se mettre en évidence. Or

$$\left|\operatorname{arctg}\frac{\sin\theta-c^{\frac{1}{p}}\cos\frac{2k+1}{2p}\pi\cos\theta}{c^{\frac{1}{p}}\sin\frac{2k+1}{2p}\cos\theta}\right._{\theta=\frac{\pi}{2}}=\frac{\pi}{2}\ ;$$

il s'ensuit que l'intégrale en question devient

$$\int^{\frac{\pi}{2}} \frac{d\theta}{a^2 \sin^{2p}\theta + b^2 \cos^{2p}\theta} = -\frac{c^{\frac{1}{p}}}{2pb^2} \cdot \frac{\pi}{2} \sum_{k=0}^{p-1} \frac{\mathrm{M_k} \cos \frac{2k+1}{2p}\pi - \mathrm{N_k}}{\sin \frac{2k+1}{2p}\pi} =$$

$$= \pi \frac{c^{\frac{1}{p}}}{2pb^2} \sum_{m=0}^{p-1} \frac{(p-1)_m \, c^{m \cdot \frac{2}{p}}}{\sin \frac{2m+1}{2p}\pi}$$

ou, en remplaçant c par sa valeur

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{d\theta}{a^2 \sin^{2p}\theta + b^2 \cos^{2p}\theta} = \frac{\pi}{2pb^2} \sum_{m=0}^{p-1} \left(\frac{b}{a}\right)^{\frac{2m+1}{p}} \cdot \frac{(p-1)_m}{\sin \frac{2m+1}{2p}\pi} \tag{6}$$

où

$$(p-1)_m = \frac{(p-1)(p-2)\ldots(p-m)}{1 \,.\; 2 \,.\; \ldots\; m}, \quad (p-1)_0 = 1 .$$

Les formules (5) et (6) résolvent différents problèmes. Elles donnent, entre autres, l'aire des courbes dont l'équation en coordonnées polaires est de la forme

$$r = \frac{\mathrm{C}}{\sqrt{a^2 \sin^{2p}\theta + b^2 \cos^{2p}\theta}}$$

ou en coordonnées parallèles rectangulaires

$$a^2 y^{2p} + b^2 x^{2p} = \mathrm{C}(x^2 + y^2)^{p-1}$$

et les moments d'inertie polaires par rapport à l'origine des courbes

$$r = \frac{\mathrm{C}}{\sqrt[4]{a^2 \sin^{2p}\theta + b^2 \cos^{2p}\theta}}$$

ou bien

$$a^2 y^{2p} + b^2 x^{2p} = \mathrm{C}(x^2 + y^2)^{p-2}.$$

LES NAPPES DE RECOUVREMENT DE LA TATRA

ET L'ORIGINE DES KLIPPES DES CARPATHES

PAR

Maurice LUGEON,

Professeur de Géologie et de Géographie physique à l'Université de Lausanne.

SOMMAIRE. — *Introduction.*

I. *Relations des Carpathes avec l'avant-pays.*

II. *Considérations générales sur la Haute Tatra.*

III. *La zone hauttatrique occidentale.* — 1. Les indices du phénomène de grands plis couchés. — 2. Quelques termes nécessaires. — 3. La coupe de la haute vallée de la Suchawoda. — 4. Le plan de recouvrement. — 5. Continuation vers l'ouest de la nappe hauttatrique.

IV. *La zone hauttatrique orientale.*

V. *La zone subtatrique; les nappes de recouvrement supérieures.* — 1. Vues générales. — 2. La région subtatrique occidentale. — 3. La région ouest sédimentaire de la Tatra. — 4. La région subtatrique orientale; nappes à arrêt libre et nappes à arrêt forcé.

VI. *Relation des nappes tatriques avec le Nummulitique et le Flysch. Origine des Klippes.* — 1. La transgression nummulitique. 2. Liaison de la Tatra avec les zones du flysch. — 3. Considérations théoriques. — 4. Hypothèse sur l'origine des Klippes.

INTRODUCTION

Dans les Alpes, à partir de l'Arve vers l'est, les chaînes qui dominent immédiatement l'avant-pays molassique sont formées par les plis frontaux de grandes nappes de recouvrement venues de l'intérieur de la région plissée.

Nulle part les plis autochtones ne surgissent de dessous l'épais manteau de molasse, et partout celle-ci disparaît sous la surface du charriage des nappes.

Ce n'est qu'au delà de l'Arve, vers le sud, que nous voyons les plis indigènes remplacer en surface les masses étrangères. Cette disposition nous laisse croire que les nappes frontales des Alpes reposent, par l'intermédiaire d'un coussinet de molasse et de flysch, sur des plis enfouis de forme régulière. C'est du moins à cette conception que nous pouvons nous arrêter pour le moment.

Aussi loin qu'on examine le front de la chaîne alpine vers l'est, on voit l'avant-pays disparaître sous la région montagneuse.

J'ai montré[1], dans un récent ouvrage, que ce phénomène s'étendait au moins jusqu'aux Alpes de Salzburg, autrement dit tout le front nord de la chaîne en était victime.

Dans l'Europe, une chaîne présente, vers le nord, une convexité semblable à celle des Alpes, ce sont les *Carpathes*. Nous pouvons donc nous poser la question suivante : N'existe-t-il pas aussi dans cette chaîne de grands plis couchés cherchant à couvrir les régions tertiaires?

Malheureusement je ne suis pas à même de discuter cette hypothèse comme j'ai pu le faire pour les Alpes et cela pour deux raisons fondamentales. Il n'existe pas de cartes géologiques détaillées de ces montagnes austro-hongroises, comparables à celles de la France et de la Suisse. Il est par suite très difficile de suivre les descriptions détaillées des auteurs. Enfin je ne connais rien des Carpathes, je n'y ai jamais été. Ces montagnes sont donc loin de m'être aussi familières que les Alpes.

Aussi n'aurais-je pas la témérité de m'adresser à une portion bien considérable de la chaîne. Je veux, ici, simplement montrer que les phénomènes décrits dans les Alpes se répètent ailleurs en Europe, ailleurs que dans les régions écossaises et scandinaves où ils ont été admirablement décrits, et ailleurs que dans cette Provence, terre classique, où le promoteur de la théorie des grands phénomènes de recouvrement a trouvé les meilleurs exemples.

---

[1] Maurice Lugeon, *Les grandes nappes de recouvrement des Alpes du Chablais et de la Suisse*, « Bull. Soc. géol. de Fr. » 4e S. t. I, p. 723, année 1901.

Nous possédons, grâce aux efforts de M. le professeur Uhlig, de très belles descriptions détaillées de plusieurs parties des Carpathes. Ce sont deux des travaux classiques [1] de ce savant qui me serviront de base. Je veux parler ici des célèbres mémoires sur la géologie de la Tatra et sur les Klippes piénines. Les descriptions sont faites avec un tel soin, une telle précision, que, accompagnées d'une superbe carte géologique très détaillée en ce qui concerne la Tatra, l'on peut, sans grand effort d'esprit, se croire transporté sur le terrain. C'est là ce qui fait le charme des œuvres du savant professeur de l'Université de Vienne et de ses travaux de grandioses monuments élevés à la géologie. Ce n'est pas sans émotion que je me vois aujourd'hui dans l'obligation de modifier la conception théorique qui a été donnée par mon illustre collègue. Les faits restent, la théorie seule change ; et nous sommes tous réduits à voir un jour ou l'autre la théorie changer encore. Soyons donc heureux de pouvoir dire, comme me l'a dit mon maître M. Renevier, quand j'ai, à propos des Diablerets, interprêté ses coupes et ses descriptions : « Je suis réjoui de voir que mon temps n'a point été perdu et que les faits que j'ai accumulés servent à l'avancement de la géologie. »

C'est le plus beau compliment que l'on puisse faire d'une œuvre scientifique et la plus grande garantie de sa vérité, quand on peut étayer avec l'aide des faits décrits dans l'œuvre une théorie contraire à celle émise. Et c'est là le résultat fécond des œuvres récentes, détaillées, les monographies. Celles sur la Haute-Tatra et les Klippes piénines sont de beaux exemples de ces travaux magistraux qui inspirent et qui excitent l'imagination.

---

[1] V. Uhlig, *Die Geologie des Tatra Gebirges*, « Academie der Wissenschaft Wien, » Bd. LXIV (1897) et Bd. LXVIII (1899).

V. Uhlig, *Ergebnisse geologischer Aufnahmen in den westgalizischen Karpathen,* II Theil. *Die pieninische Klippenzug,* « Jahrbuch der K. K. geol. Reichsanstalt, » 1890, 40 Bd. 3 u. 4. Heft.

I. Relations des Carpathes avec l'avant-pays.

Chacun connaît les magistrales pages écrites par M. Suess sur les rapports des Carpathes avec l'avant-pays.

En analysant les relations de ces montagnes avec la plate-forme russe, et en particulier avec les territoires de la vallée tertiaire du Prouth, où l'on cherche vainement les dépôts paleozoïques septentrionaux, l'auteur de la *Face de la terre* est conduit à une hypothèse saisissante qu'il formule de la façon suivante [1] : « Une partie de la plate-forme russe a été débordée par les plis des Carpathes. »

La démonstration de M. Suess est encore plus parlante lorsqu'il envisage les relations des Carpathes avec les Sudètes. L'exemple de la disparition du bassin houiller de la Silésie sous la chaine tertiaire est classique. Les plissements des Carpathes ont marché sur la surface du houiller et ne s'arrêtent que sur la zone redressée des schistes et des grès du Culm.

D'autre part, on sait que les terrains miocènes qui forment une partie de l'avant-pays des Carpathes ont été refoulés nettement vers le nord.

Ainsi, partout, l'analyse détaillée du bord de la grande chaîne carpathique a donné un résultat uniforme. La chaîne a marché vers le nord comme une grande vague couvrant de ses flots de pierre l'avant-pays et plissant celui-ci quand il est, comme en Suisse, formé par le Miocène, dernier des terrains du géosynclinal localisé au nord de la chaîne.

L'incomparable maître, qui a su dévoiler l'ampleur de ce grand phénomène, insiste sur l'uniformité du mouvement dirigé vers l'extérieur de l'arc.

---

[1] E. Suess, *La face de la terre*, vol. I, p. 239.

J'ai montré, de mon côté, inspiré par les pages de la *Face de la terre* et par les écrits de M. Marcel Bertrand, quelle grande uniformité règne dans les Alpes suisses. Il n'y a pas d'exception, partout les masses se pressent vers l'avant-pays septentrional.

Mes collègues du service de la carte géologique de France, MM. Haug, Kilian, Termier, ont dévoilé de grandioses phénomènes de recouvrement dirigés aussi dans la direction du bord de la grande courbure de la chaîne.

Dernièrement enfin des nappes de recouvrement découvertes dans le flanc nord des Pyrénées par M. Léon Bertrand ne laissent guère douter, à certains indices, de leur direction de poussée vers les plaines françaises.

Ainsi la grande « Rhipée » des anciens Grecs montre dans son versant nord une uniformité remarquable dans la direction du plissement. Nous pouvons donc aborder, sans grande chance d'erreur, croyons-nous, la seule exception considérable qui est présente encore, celle de la Haute-Tatra.

II. Considérations générales sur la Haute-Tatra.

Semblable à un ouvrage avancé et isolé d'une immense et gigantesque forteresse, la Magas-Tatra domine une région adoucie formée par le Flysch. Au nord, à l'est, au sud, partout au pied de cette grande chaîne solitaire nous voyons les terrains tertiaires. Du côté de l'ouest seulement un prolongement de terrain crétacique lie la Tatra aux terrains secondaires des Carpathes.

Cette Tatra est au centre d'une auréole arquée vers le nord formée par la célèbre et énigmatique région des Klippes. Il y a, dans cette disposition générale, quelque chose d'analogue à ce que nous voyons dans le Chablais, entre la zone arquée des Préalpes externes et médianes et la région centrale, immense lambeau de recouvrement de la Brèche du Chablais.

* * *

La Haute-Tatra se subdivise, d'après M. Uhlig, en trois régions naturelles bien distinctes qui sont, en allant du nord au sud :

1° La région subtatrique.
2° La région hauttatrique.
3° La région des roches cristallines ou massif central.

Enfin, épars au milieu du Flysch de la région méridionale, on trouve des lambeaux de terrain analogues à ceux de la zone subtatrique.

Les deux zones subtatrique et hauttatrique se distinguent l'une de l'autre à la fois par des faciès différents de plusieurs des terrains qui les composent et par leurs rapports tectoniques.

A. *Terrains.* L'étude très approfondie de M. Uhlig nous montre qu'à partir du Trias inférieur les conditions de sédimentation ont été très différentes dans les deux zones.

L'examen des deux colonnes suivantes donnera une idée suffisante des terrains constitutifs des deux zones, car il est à remarquer que les terrains sédimentaires qui s'appuient normalement sur les masses gneissiques et granitiques de la région centrale. sont les mêmes que ceux de la zone hauttatrique.

Zone hauttatrique.	**Zone subtatrique.**
— —	19. Eocène inférieur et oligoc. (Flysch). 18. Calc. et congl. nummul. 17. Conglom. et grès nummul.
16. Crétacique supérieur transgressif. — Néocomien.	14-15. Murankalk et Chocsdolomit. 14-15. Néocomien supér. Gault avec une intercalation de marne. — 13. Marnes tachetées néocomiennes.
9. Calcaire jurassique et liasique (calc. de la Haute Tatra) se terminant à la partie supérieure par des calc. grumeleux rouges du Jurassique supérieur ; intercalation de calcaire à entroques du Dogger (couches de Klaus) et du Lias supérieur.	12. Marnes tachetées jurassiques. — 11. Lias sup. Calc. à silex ou à céphalopodes. Calc. à entroques, à brachyopodes et à bivalves. 10. Marnes tachetées du Lias, plus ou moins calcaires.
8. Couches de Gresten, Lias ; schistes et grès de Pisana, dans la partie supérieure bancs calcaires.	8. Couches de Gresten, Lias ; schistes et grès.
7. Rhétien sporadique, un seul gisement.	7. Rhétien uniformément réparti.
4. Trias, schistes rouges, avec bancs dolomitiques en haut et bancs gréseux à la base. —	6. Keuper, grès blancs et schistes rouges. — 5. Dolomies de Muschelkalk ; à la partie supér. intercalation des sch. rouges. — 4. Trias inf. ; schistes rouges et dolomie vacuolaire.
3. Permien.	3. Permien.
1-2. Granit et gneiss.	—

B. *Tectonique.* Ces régions naturelles de la Tatra se distinguent encore l'une de l'autre par leur contact qui est toujours mécanique. En effet, M. Uhlig a fait remarquer, avec une grande clarté, que la zone subtatrique reposait, par l'intermédiaire d'un pli faille, sur la zone hauttatrique. Celle-ci repose à son tour, par l'intermédiaire d'un autre plan de chevauchement, sur le revêtement sédimentaire de la zone cristalline.

Enfin, la zone cristalline est brusquement limitée au sud par une ligne deux fois arquée vers le sud. Pour le savant professeur de Vienne, cette limite correspond à une gigantesque faille au delà de laquelle s'étend la région du Flysch de la basse Tatra.

⁂

En général le plongement des couches est dirigé vers le nord, à part quelques exceptions.

C'est en partie ce plongement qui a amené M. Uhlig à considérer que les plis de la Tatra *étaient poussés vers le sud*, c'est-à-dire vers la concavité de la chaîne, contre la région cristalline (*Tatra*, p. 115)[1]. Voyant les gneiss apparaître dans la zone hauttatrique, notre confrère de l'Université de Vienne pense que le plissement a été en s'accentuant du nord vers le sud; la zone cristalline consisterait alors en un anticlinal plus puissant que les autres, aussi déversé vers le sud, et les débris de terrains mésozoïques contenus dans le Flysch du versant sud seraient les fragments du flanc médian de ce dernier pli.

Ainsi comprise la Tatra comporterait une série de plis anticlinaux et synclinaux que M. Uhlig désigne de la façon suivante :

A_1 Axe central cristallin.
S_1 Premier synclinal, hauttatrique.

---

[1] *Tatra*, p. 115, signifie la citation se rapportant au mémoire de M. Uhlig sur la Tatra.

A_2 Deuxième anticlinal, hauttatrique.
S_2 Deuxième synclinal, hauttatrique.
A_3 Troisième anticlinal, subtatrique.
S_3 Troisième synclinal, subtatrique.
A_4 Quatrième anticlinal, subtatrique.
S_4 Quatrième synclinal subtatrique.

Abordons maintenant la zone hauttatrique et voyons si, au contraire de l'auteur de la *Géologie des Tatragebirges*, les plis ne sont pas déversés en général vers le nord, ainsi que je l'ai dit dans une note préliminaire [1].

III. La zone hauttatrique occidentale.

La zone hauttatrique est développée inégalement sur le front de la chaîne cristalline. Un bourrelet proéminent de cette dernière, entre les vallées de la Bialka et de la Suchawoda, divise la zone en deux tronçons, l'un à l'est de la Bialka, l'autre à l'ouest de la Suchawoda. C'est par cette dernière région que nous commencerons notre enquête.

1° *Les indices du phénomène de grands plis couchés vers le nord.* — Ce sont à la fois les contours de la belle carte géologique de M. Uhlig et quelques remarques que fait cet auteur dans son ouvrage qui m'ont mis sur la trace du phénomène des grands plis couchés. On sait, d'après les magistrales études de M. Marcel Bertrand, que les lacunes, dans un ensemble stratigraphique, de même que les épaississements subits d'un horizon géologique, sont des indices très manifestes en faveur de l'existence des nappes de recouvrement. Les disparitions soudaines, directement en avant de la zone cristalline, des couches de Gresten, l'hésitation de l'auteur, quand il recherche (*Tatra*, p. 64-65) ce que sont devenues ces mêmes couches entre le Giewont et le Kopa Magory, m'ont tout d'abord mis sur la trace de l'hypothèse ici exposée. Enfin et surtout l'isolement de masses de gneiss ou de granit au sommet de régions entièrement formées dans leur base par du Jurassique, comme les petits îlots de roches cristallines de Czerwony wierch et de Malolaczniak ne pouvaient, à mes yeux, que rappeler le phénomène du *lambeau de recouvrement*. Une fois possesseur de ces indices d'une importance suffisante, me semblait-il, il n'y avait plus qu'à rechercher le sens de la poussée, et le mémoire de mon savant collègue me donnait sans peine des arguments puissants en faveur de la marche vers le nord.

---

[1] Maurice Lugeon, *Analogie entre les Carpathes et les Alpes* (C. R. Acad. des sc. Paris, 17 novembre 1902).

L'expérience que j'ai pu faire dans les Alpes suisses m'a appris que dans tout travail géologique, quel qu'il soit, fût-il dû, comme dans le cas présent, à un observateur des plus remarquables, il ne faut pas se fier aux *courbes de raccord*, c'est-à dire aux lignes pointillées de reconstruction de plis, *quand la charnière du pli est inconnue ou invisible sur le terrain*. Ce sont mes propres erreurs qui m'ont amené à cette remarque. La charnière *visible*, contenant un noyau synclinal ou anticlinal incontestable est la seule chose sur laquelle on doit se baser.

D'autre part, l'expérience encore, toujours puisée dans les Alpes suisses ou françaises, m'a montré que dans un ensemble *fortement* plissé dans une direction, tous les plis à charnière montrent une constance absolue dans l'indication d'une même et unique direction. Or dans la Tatra, *tous les plis, à charnière visible, dessinés ou décrits, indiquent uniformément une poussée vers le nord*; il n'y a qu'une seule exception.

C'est ainsi que les charnières des environs du col de Tomanova indiquent une poussée vers le nord (*Tatra*, fig. 33 et 34). Ce sont les seules visibles dans la région hauttatrique. Leur signification théorique devient donc d'une portée considérable.

La seule exception existe dans le petit massif de la Holica (*Tatra*, pl. II*a*, fig. 3), mais ce cas particulier, je le montrerai, peut supporter une autre interprétation et rentrer dans le cas général.

Or *toutes* les courbes de raccord dessinées par M. Uhlig peuvent, sans exception, être tracées dans le sens inverse, car aucune d'elles n'enveloppe un noyau anticlinal ou synclinal dont la charnière soit connue. C'est ainsi que tout régime monoclinal, sans charnière, peut toujours être criticable. Les courbes de raccord sont une nécessité de la méthode. Mais dans le passé, comme dans le présent, comme dans l'avenir peut-être, elles ont voilé et voileront encore la vraie disposition tectonique de la nature. Sachons, puisqu'elles sont nécessaires, les rapporter à leur juste valeur en nous rappelant toujours que chacun des traits qui les composent est une hypothèse.

2. *Quelques termes nécessaires.* — Lorsque la formation d'une chaîne de montagne donne lieu au développement de grands plis couchés ou *nap-*

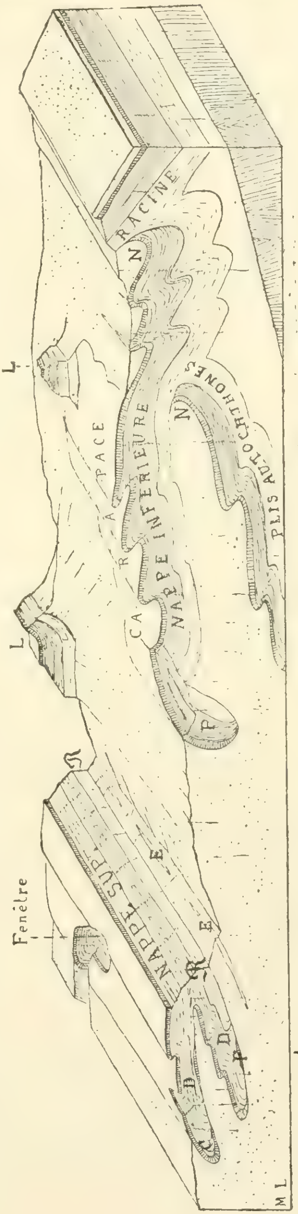


Fig. 1. — Stéréogramme schématique montrant deux nappes superposées. Voir légende dans le texte.

pes de recouvrement, celles-ci se superposent et, en général — il y a de nombreuses exceptions — les nappes les plus lointaines dans l'intérieur de la chaîne cherchent à occuper le front de la région montagneuse. C'est ce que j'ai exprimé dans le dessin schématique de la figure 1.

Lorsqu'une nappe s'avance elle se plisse sur elle-même en même temps ou postérieurement à sa genèse. L'ensemble des plis superficiels de la couche la plus résistante et la plus élevée d'une nappe forme ce que l'on pourrait appeler la *carapace* de la nappe. Le pli qui termine la nappe vers l'avant a été déjà désigné par moi sous le nom de *pli frontal* (fig. 1) quand j'ai dû décrire ce phénomène dans le Chablais. Ce pli frontal peut être recourbé sur lui-même et devenir *plongeant* (P, fig. 1). Je rappelle à ce sujet le grandiose pli plongeant de la nappe de recouvrement de la Brèche dans le Chablais, près de St-Jean d'Aulph.

Enfin, ce pli frontal peut parfois se subdiviser en un certain nombre de *digitations* (D, fig. 1). J'ai montré que ce cas se présente dans les grandes nappes glaronnaises. L'expression de *charnière frontale* s'applique à la charnière (*c*) du pli frontal. C'est une charnière anticlinale, dont la valeur théorique est plus grande que les charnières anticlinales des plis droits ou déjetés.

Entre digitation et nappe de recouvrement indépendantes il y a tous les passages possibles, car une digitation peut prendre une ampleur considérable. Je crois qu'il est bon de réserver le terme de nappe de recouvrement à tout grand pli couché dont la *racine* est indépendante. Ces digitations ne sont donc, dans ce sens, que l'exagération locale de plis de la carapace.

On réservera le terme de *charnière radicale* (X) à la charnière du synclinal couché qui se trouve sous la nappe.

Le *plan de charriage* ou plan de *recouvrement* sur lequel glisse la nappe peut laisser subsister le *flanc médian* (ou flanc renversé) en totalité ou en fragments (F). Les exemples cités par M. Heim dans les Alpes glaronnaises sont restés à juste titre classiques. Dans les nappes chablaisiennes il est rare que ce flanc médian soit conservé.

Enfin il peut arriver que, lorsqu'une nappe se développe, elle écrase et fasse, pour ainsi dire, rouler, pénètrer dans les masses enveloppantes plus jeunes, soit des fragments qui lui sont propres, soit des débris du substratum. C'est ce que l'on a pris l'habitude de désigner par l'expression de *lame de charriage* (E).

Lorsqu'une nappe est soumise à l'action de l'érosion elle se morcelle. Ses débris isolés les uns des autres peuvent avoir la taille d'une montagne ou celle d'un caillou. Ce sont les *lambeaux de recouvrement* (L) ainsi que les a désignés M. Marcel Bertrand. Ce sont aussi souvent ce que les géologues de la Suisse allemande ont désigné sous le nom de *blocs exotiques*. Ceux-ci il est vrai peuvent avoir une autre origine. Ils peuvent être les fragments laminés, d'une lame de charriage étranglée en chapelet. Ce serait le cas pour bon nombre de ces gros blocs que l'on rencontre en plein Flysch, Le terme pittoresque de *montagnes exotiques* peut être conservé, mais maintenant que leur vraie origine est démontrée, il est bon de sous-entendre que ce sont des lambeaux de recouvrement des nappes les plus lointaines.

Souvent il ne reste plus de la nappe qu'une partie plus ou moins grande du pli frontal ou des digitations. Cette conservation de la *masse frontale* s'explique dans les Alpes en particulier, parce que fréquemment — c'est même une règle fort générale — les nappes se sont déroulées sur un plan incliné qui descend de l'intérieur de la chaîne vers l'extérieur. La partie frontale, la plus basse, a été ainsi mieux protégée contre les actions de l'érosion.

Du reste, quelle que soit sa position, une nappe est fréquemment *détachée* de sa racine. La limite de la partie détachée est fréquemment en saillie du côté de la racine.

Une muraille s'élève (RR) au-dessus du substratum. Nous désignerons, dans la suite, cette falaise sous le terme de *bord radical* de la nappe. Un lambeau de recouvrement sera donc limité par un *bord radical*, deux *bords latéraux* et un *bord frontal*.

Il peut arriver aussi, et il y en a plusieurs exemples dans les Alpes glaronnaises, que l'érosion ait entamé la nappe en un point et laisse voir ainsi le substratum par une *fenêtre*, terme déjà usité dans ce sens.

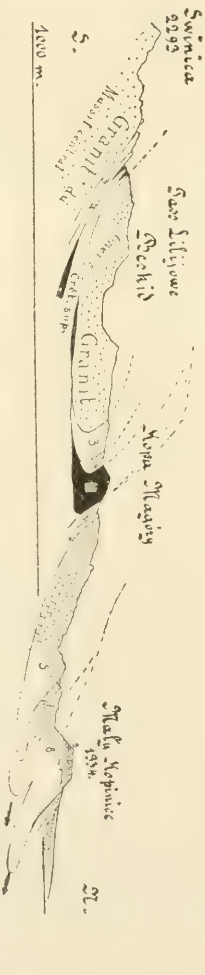


Fig. 2. — Coupe du versant gauche de la Haute vallée de la Suchawoda. — 3. Permien. — 4. Schistes rouges du Trias. — 5. Muschelkalk. — 6. Keuper. — 7. Rhétien. — 8. Couches du Gresten (Lias inférieur). — 6. Calcaire liaso-jurassique (Calc. de la Haute-Tatra). — 17. Nummulitique (Comparer avec coupe Uhlig, Tatra, Pl. II*a*, fig. 1). Echelle : 1 : 75000.

3. *La coupe de la haute vallée de la Suchawoda.* — La haute vallée de la Suchawoda côtoye le massif central et la région gneissique et granitique du Beskid. Cette dernière région forme, à mes yeux, le *noyau anticlinal d'unpli plongeant vers le nord.*

En effet, *sous* la masse granitique, M. Uhlig dessine une bande de calcaire jurassique. Je dis que cette bande jurassique, plus ou moins bien visible sur le terrain à cause des revêtements morainiques, s'enfonce sous la masse gneissique et doit être considérée comme le *flanc médian* du grand pli couché. (Fig. 2.)

En effet, sous l'arête qui rejoint le sommet de Kasperowa au Kopa Magory nous voyons ce Jurassique contourner sur lui-même et recouvrir, par l'intermédiaire du Trias inférieur et du Permien, le noyau granitique. C'est donc par une disposition de *charnière anticlinale* que le massif granitique de Beskid se termine au nord. Ainsi ce Jurassique qui longe dans les pentes le pied de la masse granitique *ne peut représenter que le flanc médian d'un pli poussé vers le nord.*

C'est ici sur le Crétacique supérieur que paraît s'être effectué le chevauchement. C'est du moins ce qui ressort nettement, semble-t-il, des coupes de la haute vallée du Tycha (*Tatra*, fig 31).

4. *Le Plan de recouvrement.* — La masse granitique de Beskid repose donc par l'intermédiaire de Jurassique plus ou moins laminé sur du Crétacique supérieur. Ce phénomène peut être suivi jusqu'au pied du Goryczkowa. De là vers l'ouest le problème se complique singulièrement.

Les couches que l'on peut considérer comme étant en place, d'après M. Uhlig, sont de haut en bas les suivantes :

Calcaires liaso-jurassiques, de la Haute-Tatra.
Grestener Schichten (Lias inférieur).
Permien.
Granit du massif central.

Le gneiss du pli couché repose tour à tour sur le Crétacique, puis sur le Jurassique, enfin sur les couches de Gresten, puis de nouveau sur le Jurassique.

Devons-nous considérer la surface de contact du gneiss sur le Jurassique comme surface de recouvrement?

Ici les seuls éléments que nous possédons, c'est-à-dire les travaux de notre savant collègue, ne nous permettent guère d'élucider cette question. Nous sommes réduits à l'hypothèse. Voyons quelles sont les considérations que nous pouvons tirer de la lecture de la carte et de l'examen des coupes dessinées par M. Uhlig.

La masse gneissique du Goryczkowa s'égrène en lambeaux de recouvrement dans sa partie occidentale. Ces petits affleurements isolés, occupant les sommets ou les crêtes élevées de la montagne, ne peuvent nullement être attribués à des masses ayant immédiatement racine en profondeur, comme M. Uhlig les a dessinés (*Tatra*. Pl. I *a*, fig. 1, fig. 3; Pl. I *b*, fig. 4, fig. 5; Pl. II *b*, fig. 4). Ils reposent partout sur un immense socle de calcaire de la Haute-Tatra. Ce sont bien, avec les petits affleurements de Lias inférieur, de *vrais et typiques lambeaux de recouvrement*.

M. Uhlig, du reste, a eu ce sentiment quand il écrit (*Tatra* p. 66) : « ...die Wände um den Malolaczniak und den Czerwony wierck Uplazans bestehen aus hochtatischen Kalkstein, und so hat es auf den ersten Blick den Anschein, als sässen die Gneissmassen Kappenförmig von oben her auf dem Kakstein. »

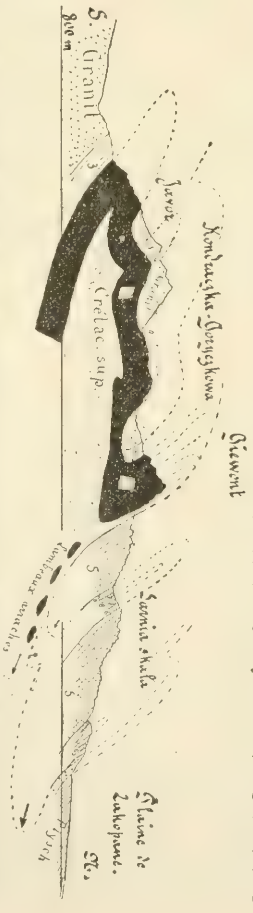


Fig. 3. — Voir légende fig. 2. J'ai supposé dans cette coupe que des débris de la nappe hautatrique avaient été entraînés par la nappe subtatrique (voir plus loin). (Coupe Uhlig, Tatra, Pl. I*b*, fig. 5.) Echelle 1 : 75000.

M. Uhlig combat cette impression. Je la maintiens et j'estime qu'elle est la seule juste, car elle est en accord complet avec sa carte géologique.

Ceci acquis, cherchons à interpréter la figure 5, Pl. I *b* du mémoire qui nous sert de base. Entre les gneiss des sommets et le grand soubassement de calcaire jurassique, *il s'intercale par place des lambeaux de lias inférieur* (fig. 3). Sur l'arête de Javor, on voit pincée dans le gneiss une lame de Permien et de Trias inférieur. Elle est coupée à angle droit par les calcaires jurassiques sur lesquels repose l'ensemble gneissique. C'est, à mon sens, un reste étiré de couches qui, continues, s'étendaient entre le gneiss et le calcaire jurassique. Elles n'ont point été totalement étirées sur ce point, parce qu'elles ont été protégées par un pli de la masse gneissique (fig. 3).

Il y a donc une surface d'écrasement manifeste entre les gneiss et le Jurassique. Est-ce là la surface de charriage du grand pli couché et ces restes sont-ils ceux d'un flanc médian ?

Je ne le crois pas, et cela à cause des trois arguments suivants, qui me paraissent péremptoires.

1° En avant, soit au nord de la masse gneissique, s'élève le haut massif de calcaire jurassique de Giewont. Il est la continuation immédiate de la bande de même terrain qui, dans la vallée de la Suchawoda, forme le contournement anticlinal, le pli frontal de ce grand pli couché vers le nord de la zone haute-tatrique. Ainsi le massif de Giewont représente le front anticlinal du grand pli couché. Comme ce Jurassique de Giewont se continue *sans interruption* avec le même terrain, qui se trouve immédiatement sous les masses gneissiques de Kondraczka, il n'y a plus guère à hésiter et nous sommes ainsi amenés à considérer ce Jurassique comme faisant partie du grand pli couché. *Il constitue le flanc renversé.*

Ainsi la lacune qui est évidente entre le Gneiss et le Jurassique doit être considérée comme le résultat d'un écrasement d'une partie des couches constitutives du flanc médian. Ces phénomènes sont propres aux nappes charriées. M. Bertrand les a admirablement décrits dans ses travaux sur les recouvrements de la Provence. Ces laminages locaux sont le résultat de plans de glissements qui se déterminent dans les masses en mouvement par suite d'un phénomène de mouvement différentiel.

2° Il nous reste maintenant à connaître sur quel terrain repose le Jurassique du flanc médian.

En avant du massif de Giewont on voit une petite bande laminée de Crétacique supérieur. Ce terrain doit, comme le Jurassique, contourner avec un plus grand rayon de courbure le noyau gneissique du pli couché. Si une vallée profonde se présente, nous courrons la chance de voir *sous* le Jurassique apparaître le Crétacique. C'est ce que montre admirablement la vallée de Koscielisko. Sous d'énormes épaisseurs de calcaire jurassique, formant paroi, apparaît le Crétacique.

Mais il y a mieux. Dans un petit vallon, qui descend du Kondraczka, au pied S.-W. du Giewont, on voit un affleurement de Crétacique apparaître en *fenêtre* sous le Jurassique. (*Tatra*, p. 78.)

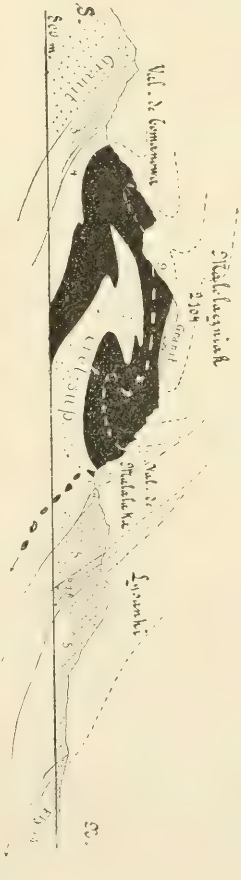


Fig. 4. — Voir légende fig. 2. Dans le Val de Malalaka on voit un bloc de Jurassique plongé dans le Crétacique; les autres blocs sont schématiques. (Coupe Uhlig, Tatra, Pl. Ia, fig. 3).

Telles sont les raisons pour lesquelles nous indiquons dans la fig. 3 une grande masse de Jurassique reposant sur une épaisseur inconnue de Crétacique supérieur.

3° Ceci acquis, lorsque l'on cherche à faire une coupe (fig. 4) qui passe par les hauteurs de Malolaczniak, on est fort embarrassé quand il s'agit de déterminer exactement le plan de recouvrement sur le bord radical de la nappe. Vers le front, l'enchaînement des couches est très simple. Nous voyons en effet le Crétacique sortir dans la vallée de Malalaka de dessous une masse énorme de Jurassique, au-dessus de laquelle plane un lambeau de roches primitives.

Contrairement à l'opinion de M. Uhlig, je ne crois pas que le Jurassique se contourne pour passer aussitôt, en avant, sous ce Crétacique ainsi qu'il le dessine. (*Tatra*, fig. 39.) Le gros bloc de Jurassique pincé dans le Crétacique est l'indice d'un phénomène d'une *importance plus considérable*. Il nous montre que la nappe hauttatrique *a été en partie entraînée par la nappe subtatrique*. J'ai indiqué schématiquement de ces blocs arrachés. Nous verrons plus loin, à propos des Klippes, la *signification importante de ce phénomène*.

Dans le Mietusa-Kessel (*Tatra*, p. 79), les affleurements de Crétacique nous indiquent, à travers les fenêtres où on aperçoit ce terrain, que le plan de chevauchement continue à exister en profondeur.

Mais plus loin?

Le contournement du Crétacique dans les pentes au-dessous de Czerwonz wierch, sur le côté est du cirque de Pisana, entre deux bandes de Jurassique, nous démontre-t-il que le Jurassique substratum est en place et que nous poasédons là la charnière radicale de la nappe? C'est là une question bien difficile à résoudre. Dans les coupes fig. 3 et 4 j'ai supposé que cette charnière n'était pas atteinte par l'érosion et que le Jurassique charrié était en liaison avec le Jurassique en place. Mais ce n'est peut-être pas là la solution définitive.

Le calcaire de la Haute-Tatra repose tantôt sur les couches de Gresten (Lias inférieur), sur le Trias inférieur ou sur le Permien. C'est là une disposition qui pourrait s'expliquer par le résultat d'une transgression.

En effet, il y a un passage insensible entre les couches de Gresten et le calcaire de la Haute-Tatra, ainsi qu'il en ressort des coupes levées avec soin par M. Uhlig. Mais au col de Tomanova le repos des calcaires jurassiques sur les couches du Trias (*Tatra*, fig. 34) est très singulier, et nous sommes à nous demander s'il n'y a pas là la trace, l'indice d'un phénomène d'écrasement, c'est-à-dire *que le substratum en place aurait été en partie entraîné* par le déplacement vers le nord des nappes.

Je ne pousserai donc pas plus loin mon enquête sur ce plan de chevauchement. Restons, pour le moment, à la solution indiquée par mes coupes (fig. 3 et 4). Nous admettrons que la nappe hauttatrique est liée avec son substratum, que la racine est visible. Mais le repos anormal du Jurassique en place sur un plan qui présente souvent des *écrasements intenses*, comme c'est le cas au col de Tomanova, nous montre que la marche en avant a été à peu près générale, c'est-à-dire que le substratum lui-même *a été déplacé vers le nord*.

Cette hypothèse se confirme lorsque l'on envisage la *nappe subtatrique qui, dans l'ouest de la Tatra, repose directement sur le granit du massif central*. Dans leur marche vers le nord les nappes ont cherché à balayer leur subtratum sédimentaire. Elles ont même peut-être entraîné des lambeaux de roches cristallines du massif central.

5. *Continuation vers l'ouest de la nappe hauttatrique.* — A partir du Czerwony wierch la nappe n'est plus représentée que par une bande de calcaire de la Haute-Tatra. Ainsi le pli frontal s'écrase, se lamine sous la nappe subtatrique dont nous parlerons plus loin. La nappe hauttatrique se transforme en une lame de charriage, puis, très amincie, elle disparaît sous la nappe subtatrique dont le bord radical forme comme un bastion qui avance vers le sud dans le Krubi vrch [1].

La lame non seulement disparaît du sol, mais son laminage doit être total en profondeur, car au delà, vers l'ouest du Krubi vrch, il n'y a plus trace sur le Crétacique supérieur de calcaire jurassique.

---

[1] Dans la figure 3 j'ai indiqué cet écrasement de la nappe hauttatrique et les débris entraînés. Je reviendrai plus loin à propos des Klippes sur ce phénomène.

En même temps que se produit ce phénomène d'écrasement, la nappe disparaît du sol entièrement, parce que s'élevant trop, transversalement à sa direction, elle a été victime de l'action de l'érosion.

En effet la nappe s'élève en altitude de l'est vers l'ouest, à partir de la vallée de la Suchawoda. Le noyau gneissique s'égrène vers l'ouest parce qu'il s'élevait dans cette direction, puis plus loin ce sont les calcaires jurassiques du flanc médian qui disparaissent.

Cette nappe se continuait jadis vers l'ouest.

En effet, sur le bord occidental du massif central de la Haute-Tatra, repose sur le gneiss, directement ou *par l'intermédiaire du Crétacique supérieur*, une bande de calcaire jurassique à faciès hauttatrique!

M. Uhlig considère cette petite bande comme le reste d'un pli dirigé vers l'est, c'est-à-dire vers le massif central. Cet argument est basé exclusivement sur le prolongement des couches. J'ai montré que cette inclinaison n'a *aucune signification* au point de vue de la poussée. Pour moi, dans cette région ouest *les plis continuent à être dirigés vers le nord*. Il y a là un phénomène semblable à ceux que j'ai montrés être si fréquents dans les Alpes de la Suisse et de la Savoie.

De même que la nappe de la région hauttatrique disparaît de la surface lorsqu'elle s'élève transversalement à sa direction, ce qui est le cas dans la vallée de Pisana, de même ici elle réapparaît en surface; elle est conservée, parce qu'elle s'est suffisamment abaissée pour qu'elle n'ait pas été victime de l'érosion.

Ainsi *sur toute la région cristalline occidentale de la Haute-Tatra s'étendait une nappe de recouvrement* et ses traces, encore existantes dans la partie ouest de la Tatra, nous montrent qu'elle *s'étend au delà de la Tatra vers l'ouest*. Certainement un jour ou l'autre les géologues autrichiens la poursuivront plus ou moins loin vers l'ouest.

IV. — La zone hauttatrique orientale.

Revenons à la vallée de la Suchawoda et continuons notre enquête de l'ouest vers l'est.

Nous savons que sur la rive gauche de la Suchawoda le noyau gneissique et granitique de la nappe hauttatrique est séparé du granit de la région centrale par une mince épaisseur de terrain sédimentaire. Sur la rive droite, il n'y a plus trace de la nappe. Dans sa continuation s'étend la région granitique centrale. Cette singulière disposition s'explique aisément. La nappe s'élevant rapidement vers l'est, elle a été totalement enlevée par l'érosion, et ce n'est qu'au delà de la vallée de la Bialka qu'elle reprend sa position sur le sol. Il n'est pas nécessaire d'admettre un décrochement le long de la Bialka ; le contraste singulier entre les deux versants peut s'expliquer par un simple abaissement de la nappe.

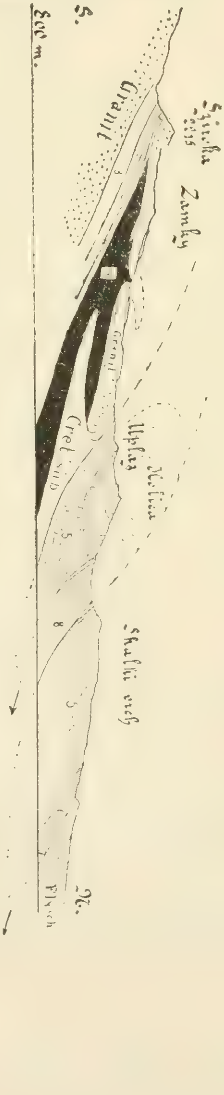


Fig. 5. — Coupe à l'E. de la vallée de la Bialka. La nappe hauttatrique a laminé une partie des terrains sédimentaires en place. (Comparer avec coupe Uhlig. Pl. II*a*, fig. 3, et Pl. II*b*, fig. 4). Echelle 1 : 75000.

Voyons maintenant comment la nappe se comporte.

Le noyau anticlinal est aussi formé par le granit qui occupe l'arête qui du Sirok va au Uplaz. La charnière frontale existe. En effet, à l'est du col sous le Mont-Uplaz, le Permien se recourbe et enveloppe le granit (fig. 5). Au contraire, à l'ouest du col on ne voit pas la charnière. Le granit forme une bande peu épaisse qui s'enfonce sous la nappe supérieure. Cette disposition nous montre que la charnière se dirige du point où elle est visible, obliquement et en descente dans l'intérieur de la montagne. Si la vallée de la Bialka était un peu plus profonde, on verrait les deux bandes de Permien qui accompagnent le granit se rejoindre et envelopper ce dernier.

Ce noyau granitique présente une digitation que j'ai indiquée sur la coupe, car en effet, près du Stillersee, M. Uhlig a remarqué que la masse jurassique subtratum se recourbe pour recouvrir localement le granit. C'est cette digitation qui forme la langue granitique de l'arête de Sirok.

Le noyau granitique est en outre accompagné, sous les pentes sud-ouest du Zamky, par une lame de granit qui nous indique la tendance générale de la masse à se digiter (*Tatra*, p. 76). Cette lame est comparable aux lambeaux arrachés ou lames de charriage que l'on constate fréquemment sous les nappes de recouvrement des Alpes suisses et savoisiennes.

Vers l'ouest, la nappe de la région hauttatrique prend fin, c'est-à-dire qu'elle n'apparaît plus sur le terrain; elle a été enlevée par l'action de l'érosion. Toutefois les petites bandes de Permien que l'on voit en avant du contrefort de calcaire liaso-jurassique de Jagnence, ou au pied occidental du Durls en font peut-être encore partie (fig. 8).

V. — La zone subtatrique; les nappes de recouvrement supérieures.

1. *Vues générales.* — J'ai donc montré que sur la région cristalline centrale de la Tatra s'étalait une nappe plongeante, ou, si l'on veut, puisque ce phénomène n'atteint pas un développement particulièrement exagéré, un grand pli plongeant. Cette nappe inférieure s'enfonce *sous* la zone subtatrique. C'est là une disposition tectonique

analogue à celle que j'ai montré exister entre le Glærnisch (nappe inférieure de Glaris) et les Alpes du nord du Klœnsee (nappe supérieure). Ici, la zone subtatrique est formée par *deux nappes superposées*, constituées par des terrains semblables. Ce sont peut-être les digitations d'une même nappe, mais on ne peut le démontrer. Dans la suite je parlerai donc de nappe subtatrique inférieure et nappe subtatrique supérieure.

On ne peut plus songer à voir dans la zone subtatrique une masse autochtone, puisqu'elle repose, en partie du moins, sur une nappe plus profonde qu'elle. Du reste, dans toute cette zone subtatrique, on chercherait en vain une charnière indiquant, sans ambiguïté possible, la direction d'un effort orogénique dirigé vers le sud. La seule exception, du reste peu caractéristique, que présente le Mont-Holica, peut être, si non interprétée en faveur du mouvement vers le nord, en tous cas contestable en faveur de la poussée vers le sud. Elle ne peut donc entrer dans la discussion.

D'autre part, il est vrai, nous ne voyons aucune charnière indiquant une poussée vers le nord ; mais l'argument qui se base sur le repos de la zone subtatrique sur la hauttatrique a une telle puissance, que une fois la nappe hauttatrique démontrée, il devient péremptoire.

Aussi serai-je plus bref.

M. Uhlig considère dans son ensemble la zone subtatrique comme formée par deux anticlinaux séparés par un synclinal. Je suis de cet avis, mais avec la différence fondamentale que ces plis sont *retournés*, c'est-à-dire qu'ils sont à la fois de *faux anticlinaux* et un *faux synclinal*.

Les coupes (fig. 2, 3, 4, 5 et 8) montrent comment je comprends la structure des nappes subtatriques. Voyons comment ces deux plis plongeants se comportent le long de la Tatra.

2. *La région subtatrique occidentale.* — Les deux nappes sont particulièrement nettes dans les montagnes immédia-

tement au sud de Zakopane, ainsi que le montre la figure 3. Le synclinal renversé qui les sépare est peu ouvert et les deux flancs sont presque toujours bien développés également. Cependant le flanc renversé présente, ce qui est habituel, de fréquentes laminations, ainsi au sud du Lysanki (fig. 4) (*Tatra*, fig. 19) et du Krokiew.

Le front de la nappe supérieure est fortement replié sur lui-même immédiatement au sud de Zakopane (fig. 3). Ce sont là des phénomènes d'écrasement et d'étirement analogues à ceux que présentent, en Suisse, les premiers plis frontaux des nappes de recouvrement à faciès helvétique. J'ai montré que ces phénomènes spéciaux étaient caractéristiques des nappes charriées. C'est en vain qu'on les recherche en France dans les replis autochtones de la chaîne au delà de l'Arve vers le sud.

La nappe supérieure s'arrête en partie au Kruby et d'après M. Uhlig, sans qu'il affirme positivement le fait (*Tatra*, p. 49), la masse triasique s'enfoncerait sous le Nummulitique discordant. Cette nappe se continue, uniquement représentée par une bande étroite de Jurassique, jusqu'au nord du Kopka où alors elle cesse, mais elle réapparaît plus loin dans les montagnes de Juvanova ; c'est le dernier reste de cette nappe supérieure ; elle n'atteint pas l'ouest de la Tatra.

La nappe inférieure seule persiste dans toute son ampleur jusqu'à l'extrémité occidentale de la Tatra, mais combien montre-t-elle les signes caractéristiques des nappes de recouvrement !

Tantôt le Trias se lamine totalement, tantôt c'est le tour du Rhétien et de tout le Jurassique. Et ces laminations ne s'exercent pas exclusivement aux dépens des couches les plus inférieures de la nappe, mais nous voyons des parties entières de la série disparaître brusquement. Nous voyons même près du Mihulce les parties inférieures du Trias s'enchevêtrer avec les couches du Crétacique supérieur qui appartiennent à la zone hauttatrique.

Puis l'écrasement passe à son maximum dans la région occidentale du versant nord de la chaîne cristalline. Le rabotement, qui s'est effectué sur la zone hauttatrique, l'a entièrement fait disparaître et le laminage s'exerçant sur les couches inférieures de la nappe subtatrique a supprimé toute la série jurassique et triasique. Nous voyons alors le Crétacique inférieur reposer directement sur le granit.

4. *La région ouest sédimentaire de la Tatra.* — Nous savons que la nappe hauttatrique ne se révèle dans la partie occidentale de la Trata que d'une manière rudimentaire. L'une des nappes subtatriques y est bien mieux développée. Les couches plongent à l'ouest, mais le sens de la poussée continue à être dirigé vers le nord. La démonstration peut être faite, car nous voyons le *Trias former un coin anticlinal qui se ferme vers le nord,*

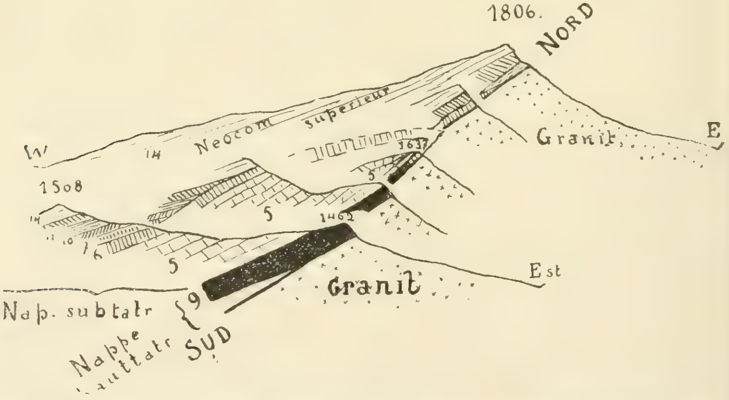


Fig. 6. — Coupe du versant W de la Tatra. Série de coupes superposées montrant la fermeture anticlinale au nord de la nappe subtatrique. (Voir légende p. 23.)

La nappe subtatrique repose directement sur le calcaire liaso-jurassique hauttatrique par l'intermédiaire d'une grande masse calcaire triasique (Muschelkalk). Sur ce calcaire nous voyons les marnes du Keuper qui enveloppent sous le point 1637 le noyau de Muschelkalk. Ainsi, dans cette région calcaire de l'ouest de la Tatra, la nappe subtatrique plonge fortement vers l'ouest. *Le massif cristallin est relayé par la nappe.* A partir du point 1637 la nappe subtatrique repose directement sur le massif cristallin central. Elle se lamine du sud vers le nord, comme on la voit se laminer de l'est vers l'ouest dans la partie occidentale du front nord de la Tatra.

Ainsi les nappes existaient, comme je l'ai déjà fait remarquer, sur toute la partie occidentale du massif cristallin. Elles ont été détruites parce que, s'élevant trop en altitude, transversalement à leur direction, elles ont été atteintes par l'érosion.

4. *La région subtatrique orientale : nappes à arrêt libre et nappes à arrêt forcé.* — La tectonique de la partie orientale de la région subtatrique diffère peu de l'occidentale.

Dans la région de la Kopa, entre la Suchawoda et la Bialka, la nappe inférieure prend soudain un grand développement. Tous les terrains jusqu'au Nummulitique s'y rencontrent. Au contraire, la nappe supérieure est réduite. Elle forme le Kopa et la bande de calcaire triasique et rhétien qui se perd dans le glaciaire au Goly.

Un phénomène intéressant paraît se présenter ici. A l'est de Hala Filipka, au Gesias zyja, M. Uhlig a relevé la présence d'une grande étendue de terrains crétaciques. Ces terrains plus récents nous montrent que le synclinal qui sépare les deux nappes s'élargit. Mais il ne nous est pas possible de savoir exactement comment cette bande de terrain crétacique rejoint celle qui forme le pied nord de la Kopa. M. Uhlig dit du reste lui-même que cette dernière région est difficile à comprendre (*Tatra*, p. 57). D'après la carte, il me semble que cette bande néocomienne passe sous le Jurassique du pied du Kopa ; car elle forme un angle rentrant dans le ravin qui se trouve au pied nord-est du Kopa. Ainsi ce n'est pas par une faille que je m'explique le contact de ce Crétacique et du Jurassique.

Passons maintenant à l'est de la Bialka.

Dans les montagnes qui dominent directemen cette rivière torrentielle, nous voyons les deux nappes remarquablement développées. Dans le synclinal, à Cervenc, on ne voit même que les couches du Lias moyen et supérieur. Ainsi les nappes se sont rapprochées.

Ici se présente un problème très compliqué. Un synclinal secondaire, absolument normal, occupe la place que nous avons jusqu'ici considérée comme représentant le bord radical de la nappe inférieure. Et ce pli secondaire, fait encore plus grave contre notre hypothèse, présente une charnière synclinale ouverte vers le sud. Est-ce là des faits suffisants pour infirmer ma manière de voir? Non. Les replis étranges que M. Marcel Bertrand a montrés dans les montagnes de la Provence, ceux que M. A. Heim a fait connaître dans les Alpes glaronnaises et ceux que j'ai moi-même interprétés en analysant les contournements des plis de ces mêmes Alpes de la Suisse orientale, sont des exemples suffisants pour que de telles exceptions ne soient à nos yeux qu'apparentes. On trouve toujours la solution. Et il suffit que les contournements, quelquefois si extraordinaires que l'on doit faire intervenir, remplissent dans l'hypothèse de la nappe toutes les conditions nécessaires de raccord, pour que, au lieu d'être affaiblie, l'hypothèse se trouve raffermie.

Ici, voici ce qui s'est produit.

J'ai fait remarquer que lorsqu'une nappe s'étend, sa carapace se ride, se plisse. Ces plis cherchent à devenir indépendants et *fuient nécessairement vers les directions de la pression minimale*. Souvent le plissement secondaire de la carapace s'exagère. Par le fait, qui me paraît certain, de la conservation de la quantité de mouvement dans l'ensemble total qui se meut, ces plis, moins chargés, glissent sur une masse déjà en mouvement (la partie principale de la nappe), cherchent, c'est la conséquence forcée, à dépasser vers l'avant le pli frontal primitif et forment ainsi un deuxième, puis un troisième pli frontal, c'est-à-dire des digitations. C'est la raison pour laquelle les plis frontaux des nappes superposées sont, en général, d'autant plus avancés vers l'avant-pays que les nappes naissent plus en arrière.

Lorsque le phénomène de *plissement de la carapace* s'exerce, plus difficilement il est vrai, sur les *nappes profondes*, ou sur les *digitations inférieures*, ce qui revient au même, les conditions génétiques sont tout autres. En effet, le pli qui se forme a autant d'effort à faire pour prendre naissance *vers le haut*, où il est sous la pression exercée par la nappe ou digitation supérieure, que *vers le bas*, où il doit pénétrer dans la masse avançante de la nappe ou digitation, aux dépens de laquelle il a pris naissance. Mais si nous supposons que cette digitation inférieure s'arrête, *l'arrêt du mouvement se traduira petit à petit du front vers la racine*. Les masses antérieures seront déjà arrêtées que les masses en arrière seront encore en mouvement.

Et ceci n'est point une vaine explication pour les besoins de la cause.

Nous pouvons, dans les nappes de recouvrement, distinguer deux groupes de plis frontaux fort différents les uns des autres. Dans les unes le pli frontal est régulier ; nous n'y distinguons rien de particulier ; ce sont les nappes qui se sont arrêtées parce que le phénomène créateur de leur genèse, c'est-à-dire la force tangentielle, avait pris fin. Ainsi dans la vallée de Charmy, en Chablais, le pli frontal de la région de la Brèche est régulier[1]. Il donne bien l'impression d'une masse pénétrant dans un terrain mou, ou accompagnée par ce terrain et s'arrêtant elle-même, parce que sa force vive s'était éteinte.

---

[1] Lugeon. *La Région de la Brèche du Chablais*, Pl. V, fig. 17 et 20.

Quel autre phénomène ne voyons-nous pas dans le Sentis, par exemple, et dans toute la bande qui s'étend jusqu'au Pilate et au delà? Nous savons que le Sentis forme la masse frontale d'une des nappes glaronnaises. Ici ce sont des plis empilés, serrés les uns contre les autres, écrasés, laminés; les cassures franches, les failles y sont assez fréquentes, et l'on y voit même des décrochements. *C'est que la nappe a été arrêtée en avant, alors que son mouvement n'avait pas pris fin en arrière.* Nous comprenons maintenant pourquoi il peut y avoir tant de différences dans les plis frontaux des nappes de recouvrement.

Nous pouvons donc sous ce rapport distinguer deux groupes de nappes : *nappes à arrêt libre* et *nappes à arrêt forcé.*

Nous ne rechercherons pas ici à analyser plus en détail le phénomène. Cette discussion est pour l'instant suffisante.

Revenons maintenant au cas si intéressant de la Holica (fig. 5).

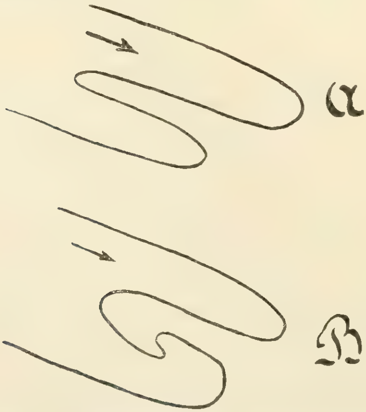


Fig. 7. — Disposition du plissement pour expliquer les plis à rebours.

La nappe inférieure a été en arrêt forcé. Elle n'a pu se replier sur elle-même en cherchant à disposer ses couches suivant la verticale, ce qui se passe quand les plis frontaux ne sont pas trop surchargés ou quand la pression latérale est exagérée. Ici la nappe supérieure n'a plus permis le développement *vers le haut* des replis du front, par conséquent *ces replis ont dû se faire dans la digita-*

tion inférieure elle-même. De l'état A (fig. 7) il s'est formé un repli (état B).

Comme on le voit, *ces mouvements, dans le sens de la poussée, créent des plis qui paraissent dirigés en sens inverse*. Il se forme ainsi des *plis à rebours* (Ruckfaltungen) mais ils ne sont pas le résultat d'une poussée spéciale.

C'est ainsi que j'explique le remarquable exemple de la Holica (fig. 5). C'est dans cette région de la Tatra que les étirements et les dislocations ont atteint leur maximum. Dans le synclinal de la Holica, les couches de Gresten sont absentes ; les marnes tachetées du Lias moyen reposent directement sur le Rhétien. Cette lacune, qui ne se voit nulle part ailleurs dans la Tatra, sauf dans la partie occidentale, où les étirements sont manifestes, est fort caractéristique.

Ces couches de la Holica qui représentent le flanc normal de la nappe inférieure ont été totalement laminées sous la masse triasique de la nappe supérieure, immédiatement en avant de la Holica. On ne les voit reprendre que plus loin à l'est ou à l'ouest. Il y a donc un étirement considérable local semblable à celui qui existe dans la zone subtatrique, au sud de Zacopane où le Trias de la nappe supérieure repose aussi parfois directement sur les couches de Gresten.

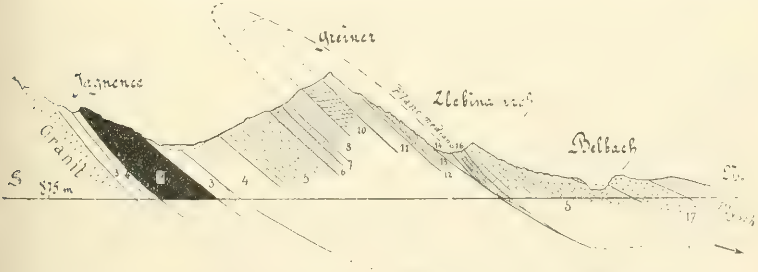


Fig. 8. — Coupe de la partie E. de la Tatra. La nappe hauttatrique est rudimentaire ; la nappe subtatrique a pris au contraire un grand développement. Voir légende p. 23. (Coupe Uhlig, Tatra, pl. III*a*, fig. 2. Echelle 1 : 75 000.

A partir de la vallée de la Javorinka vers l'est les terrains du flanc normal de la nappe inférieure prennent un développement considérable et forment toute la chaîne calcaire de Beler (fig. 8). La succession des terrains y est complète du Trias au Nummulitique.

La nappe supérieure absente, à partir de la Javorinka, ou plutôt représentée exclusivement par une bande de Nummulitique, se développe à nouveau plus complète de la Javorinka vers l'est, et dans l'extrémité orientale de la chaîne elle est particulièrement large; son bord radical recouvre en oblique tous les sédiments crétaciques et jurassiques de la chaîne de Beler.

Tôt ou tard ces nappes subtatriques seront poursuivies encore plus loin vers l'est.

VI. — Relations des nappes tatriques avec le Nummulitique et le Flysch. Origine des Klippes.

Ainsi je crois avoir établi l'existence, en avant de la grande zone cristalline de la Haute-Tatra, de trois nappes de recouvrement superposées.

1. *La transgression nummulitique.* — Comment ces nappes jouent-elles avec le Nummulitique et jusqu'où s'enfouissent-elles en profondeur vers le nord?

La nappe hauttatrique ne paraît pas s'enfoncer très loin en profondeur vers le nord, puisque nous en connaissons la charnière dans les gneiss. Toutefois, et les nappes des Alpes de Savoie et de Suisse nous en montrent d'admirables exemples, il n'existe pas toujours un parallélisme complet entre les courbures des couches qui constituent la charnière. Ainsi dans les plis frontaux des nappes glaronnaises le Jurassique reste en arrière, tandis que le Crétacique est fortement entraîné vers l'avant. Il se peut donc que des fragments de Jurassique et la masse très épaisse du Crétacique supérieur que l'on voit dans la vallée de

Koscielisko, formant le substratum de la nappe, aient été transportés au loin vers le nord, entraînés, en *lame de charriage*, par la nappe supérieure.

Nous ne savons pas où les nappes supérieures s'arrêtent vers le nord. Nous ne connaissons pas d'indices certains de la charnière.

Le Nummulitique qui cotoie la nappe supérieure subtatrique sur le versant nord présente des indications manifestes de transgression, mais je ne pense pas, comme le croit M. Uhlig (*Tatra*, p. 103), que le plissement intense de ce bord nord de la Tatra se soit produit avant l'Eocène. Il suffit d'imaginer que le Nummulitique ait été entraîné avec les nappes pour que sa position actuelle, semblable à l'originelle, par rapport au subtratum, puisse s'expliquer. Il s'agit de transport en masse ; les conditions de rapport réciproque des couches ont pu être conservées dans le mouvement.

Le Nummulitique repose cependant sur le terrain cristallin ; ce repos est normal, il ne peut être suspecté. En effet, dans l'ouest de la Tatra, on connaît, au sud de Zuberec, sur le chemin qui mène au col de Palenica, un petit affleurement de conglomérat éocène reposant sur le granit et formé par les débris de ce granit (*Tatra*, p. 38). Or, non loin de ce point fort intéressant, existe, directement situé sur le granit, une partie de la bande nummulitique qui forme le bord nord de la nappe inférieure subtatrique. Nous savons en effet que la nappe subtatrique s'amincit de l'est vers l'ouest, dans cette partie occidentale de la Tatra. Au sud de Zuberec *la nappe inférieure n'est représentée que par le Nummulitique*. Or, ce dernier terrain, en contact direct avec le granit, est représenté par son faciès habituel. C'est le « Sulower Conglomerat », constitué surtout par des débris de roches triasiques.

M. Uhlig a montré que ces conglomérats éocènes de la

Tatra étaient ordinairement constitués par les roches de leur substratum. Il serait donc étrange qu'ici cette petite bande, qui repose directement sur le granit, ne soit pas constituée aussi par des éléments de granit comme dans l'affleurement du chemin du col de Palenica, situé à peu de distance. *C'est que cette bande qui, au sud de Zuberec, longe le granit, est un Nummulitique charrié.* Il fait partie de la nappe inférieure subtatrique. Il n'est pas en place.

Il y a eu certainement des mouvements prénummulitiques dans le Tatra, puisque le Nummulitique est certainement transgressif, mais je ne vois pas que ces mouvements ont créé les dislocations considérables du versant nord. Cette manière de voir est le départ d'une série d'hypothèses que nous allons faire.

2. *Liaison de la Tatra avec les zones du Flysch.* — Si nous admettons, en effet, que les grands plis couchés du versant nord de la Tatra sont postérieurs au Nummulitique, comme dans les Alpes occidentales, ils sont de même postérieurs au Flysch oligocène. Nous touchons ici au point le plus délicat de la géologie des Carpathes et j'assume une bien lourde responsabilité. Une nouvelle manière de comprendre la chaîne peut en résulter. Je fais donc toutes mes réserves, mais les hypothèses ne sont point nuisibles. C'est en faisant une série d'hypothèses qui se sont effacées les unes après les autres que nous sommes arrivés dans les Alpes suisses à définir la vraie nature du phénomène créateur de la chaîne. Je suis de ceux qui estiment que les hypothèses sont nécessaires, mais je ne les considère que comme un moyen et suis prêt à les remplacer par d'autres le jour où l'on me montre que je me suis trompé. Ici, il est vrai, à des faits considérés comme parfaitement acquis je fais suivre l'hypothèse : je me trouve manifestement en infériorité, mais puisque je doute, ne dois-je pas chercher une autre interprétation ?

Le sud de la Haute-Trata est limité, d'après M. Uhlig, par une grande faille. Le massif cristallin central est longé par un pays de Flysch. Nulle part le contact n'a pu être observé d'une manière exacte. Or, disséminés dans ce Flysch du versant sud, on trouve des terrains à faciès subtatrique. Je me suis demandé un instant[1] si toute la masse centrale de la Tatra n'était pas charriée et si ces fragments de terrains secondaires plongés dans le Flysch ne représentaient pas des masses restées en arrière des nappes subtatriques.

Cette hypothèse est venue dans mon esprit parce que dans l'extrémité orientale du massif cristallin on voit le Flysch. En examinant de plus près les résultats, que l'on peut considérer comme acquis, de la géologie des Carpathes, la faille se confirme, mais toutefois, jusqu'à ce que le contact ait été observé d'une façon complète, il est de notre devoir d'attendre la démonstration péremptoire.

Une série d'hypothèses peuvent donc être établies :

1° Une grande faille existe au sud du massif central de la Tatra; le massif est en place, mais de grands plis couchés s'enfoncent vers le nord.

2° Les lambeaux du versant sud représentent des fragments restés en arrière des nappes subtatriques; le massif central est charrié et les plis couchés du versant nord se recourbant sur eux-mêmes ne s'étendent pas bien au nord, en avant de la Tatra.

Cette dernière hypothèse me paraît moins soutenable. La première laisse aussi un point de doute. Où s'arrêtent, où se ferment vers le nord, les nappes subtatriques que nous voyons s'enfoncer sous la bordure du Flysch?

Ce Flysch, qui s'étend jusqu'à la zone des Klippes, est remarquablement horizontal. Il n'est pas plissé et n'est affecté que par quelques cassures sans importance. Au contraire, au nord des Klippes, le Flysch est nettement plissé.

---

[1] Lugeon, *Analogie entre les Carpathes et les Alpes.*

Le phénomène est très simple à expliquer si l'on suppose que le Flysch est postérieur au plissement, mais je vais me placer, *à cause de l'intérêt de la spéculation hypothétique*, dans le cas inverse, que je ne puis démontrer d'une manière péremptoire, car je ne connais pas assez les lieux et parce que j'estime que la transgression nummulitique est antérieure aux plissements qui ont créé les nappes de la Tatra.

Comment se peut-il donc que, en avant de ces nappes, qui ont exigé un effort orogénique considérable, le Flysch soit resté indemne de cette puissante action tangentielle ?

3. *Considérations théoriques.* — Quand on peut observer une grande nappe de recouvrement dans son ensemble, il y a deux régions dont il importe de faire comprendre la haute signification théorique.

La carapace est tantôt plissée, comme c'est le cas dans certaine partie des nappes des Hautes Alpes calcaires à faciès helvétique, mais ce plissement paraît surtout localisé dans le voisinage du front de la nappe. Plus en arrière, la surface de la nappe reste plane, ou bien le mouvement en profondeur a été exagéré sans qu'il soit sensible à la surface. Je rappelle à ce propos la coupe admirable, publiée par E. Ritter, du versant droit de la vallée de l'Arve, en Savoie. La surface de la nappe supérieure glaronnaise reste plane, par exemple, dans les Churfirsten, tandis qu'en avant, vers le front, le massif du Sentis présente des plis fortement accentués.

Il paraît donc se produire le phénomène suivant dans les nappes : la nappe avance non plissée. Elle marche sous une masse énorme de terrain tendre — le Flysch — qu'elle entraîne avec elle. La masse énorme de terrain superficiel est nécessaire, car sans elle il n'y aurait pas la pression suffisante et la nappe se disloquerait comme se disloquent les roches dans les glissements, les éboulements. Il faut donc forcément que le phénomène principal se produise à une certaine profondeur, et il ne se répercute pas en surface tant que les couches profondes ne se plissent pas sur elles-mêmes d'une manière intense. Le phénomène doit cesser graduellement en profondeur. Il y a donc une région d'avancement maximum, et je la crois, pour le moment du moins, n'être pas située à la surface.

Puis la nappe s'arrête. En avant, les couches de la partie supérieure épousent les contournements des charnières frontales des digitations profondes, et ce contournement des couches se fait sentir très loin en avant, même sur les couches restées en place contre lesquelles le bord de la nappe s'empile.

Mais il y a plus et ce que nous allons voir est très important.

Ainsi que je l'ai fait remarquer, le front de la nappe cherche à surmonter l'obstacle, tout comme une vague de la mer cherche à couvrir l'écueil qu'elle rencontre. Ainsi, *dans sa partie frontale. la nappe à arrêt forcé doit subir un mouvement ascensionnel. Elle doit forcément chercher à crever l'épaisseur de terrain sous lequel et avec lequel elle se meut.*

C'est là ce qui fait la grande différence d'allure entre les nappes à arrêt libre et celles à arrêt forcé. Les nappes à arrêt libre possèdent en général des plis frontaux *couchés* ou *plongeants*. tandis que les nappes à arrêt forcé montrent au contraire des plis frontaux *relevés*., Ainsi, dans les Alpes glaronnaises[1], la nappe moyenne des Silbern reste plongeante jusqu'au front, parce qu'elle s'est arrêtée en plein Flysch. Au contraire, le front de la nappe supérieure, ayant buté probablement contre les poudingues molassiques se relève et monte vers le ciel. La coupe de la vallée de l'Arve, par Ritter[2], montre un exemple plus frappant encore. La digitation au nord du vallon de Flaine reste plongeante, tandis que celles qui se heurtent contre le pli droit de Cluses essaient de monter comme pour franchir l'obstacle.

---

[1] Lugeon, *Les grandes nappes de recouvrement des Alpes du Chablais et de la Suisse*, Pl. XVI, fig. 3.

[2] E. Ritter, *La bordure sud-ouest du Mont-Blanc*, «Bull. Carte géol. de France, » T. IX, Bull. 60, Pl. III.

Ces considérations théoriques nous expliquent pourquoi les plis frontaux des nappes à arrêt forcé sont particulièrement disloqués; en effet, en cherchant à percer les terrains tendres supérieurs, *le front de la nappe manque de plus en plus de pression au fur et à mesure qu'il s'élève.* Si le mouvement d'élévation est tel qu'il se trahisse en surface, alors que le mouvement tangentiel qui fait avancer la nappe est loin d'avoir pris fin, ce *pli frontal se disloque, s'égrène, coupé par des cassures nombreuses.* Ce sont des fragments de plis qui ici cherchent à crever la surface, qui plus loin restent en profondeur, et se distribuent en masses isolées en plein Flysch et qui *se répartissent en Klippes dans ce Flysch.*

Ainsi, dans certaines parties des plis frontaux des nappes des chaînes à faciès helvétique de la Suisse, voyons-nous par places de fréquentes failles.

Revenons maintenant aux relations de la Tatra avec le Flysch horizontal qui précède la chaîne au nord.

4. *Hypothèse sur l'origine de la zone des Klippes.* — La zone des Klippes des Carpathes constitue dans les chaînes d'origine alpine une unité qui est justement célèbre. Nous nous occuperons ici des Klippes de la zone méridionale, laissant de côté la zone septentrionale.

La zone méridionale est formée par des alignements de collines ou de blocs parsemés au milieu d'une grande bande de terrain crétacique. C'est là ce qui fait le caractère étrange de cette région. On n'y voit pas ou peu ces longs alignements si caractéristiques des chaînes. Cette disposition simule tellement un archipel, que ces petites masses isolées, qui varient de taille entre la petite montagne ou un bloc de quelques mètres cubes, ont été appelées des Klippes (écueils).

Je ne veux pas rappeler ici les discussions nombreuses qui se sont élevées au sujet des Klippes et de leur origine. Ces discussions ont été résumées dans un admirable mémoire sur les *Klippes piénines* (partie de la zone méridionale) dû à M. Uhlig[1].

Les explications qui paraissent avoir eu le plus de succès sont celles de Neumayr, de Stache et d'Uhlig.

Neumayr a donné l'explication suivante : Les Klippes des Carpathes sont les ruines et restes d'une voûte rompue, laquelle s'est résolue en blocs dans des couches plus jeunes placées sur elle en discordance et qui ont déterminé la compression.

Stache a considéré les Klippes comme les restes d'une chaîne de montagnes ; ces restes seraient encore dans leur position tectonique originelle et perceraient la couverture d'un terrain plus récent avec lequel ils seraient sans relation tectonique.

M. Uhlig a combattu l'hypothèse de Neumayr et a précisé celle de Stache. Pour lui, ce sont bien les restes d'une ancienne chaîne divisée en archipel lors de la transgression du Crétacique supérieur.

* * *

Revenons à la Tatra.

Nulle part nous ne constatons une charnière frontale dans les deux nappes subtatriques. Où se trouvent ces charnières? Nous pouvons imaginer deux solutions. Ou bien les plis frontaux de ces nappes sont quelque part, en avant, noyés sous la grande épaisseur du Flysch horizontal, ou bien, l'un ou les deux plis frontaux apparaissent peut-être au jour et constituent la zone des Klippes.

La zone des Klippes présente en effet certains carac-

---

[1] V. Uhlig, *Ergebnisse geologischer Aufnahmen in den westgalizischen Karpathen*, II. Theil ; *Der pieninische Klippenzug*, « Jahrbuch der K. K. geolog. Reichanstalt », 1890, 40. Band 3 u. 4 Heft.

tères analogues aux plis frontaux des nappes à faciès helvétique de la Suisse.

J'ai montré[1] que les chaînes qui s'étendent du Sentis au lac de Thoune, par le Pilate, forment la masse frontale d'une (ou peut-être de plusieurs) des nappes des Alpes suisses. Ces masses frontales *émergent* du Flysch. Elles présentent des dislocations considérables, moins fantastiques que celles que révèle l'étude des Klippes carpathiques, mais de même nature. Burckhardt[2] a pleinement mis en lumière les accidents étranges de ces chaînes. Nous voyons au Fahnerstock une bande étirée rappelant étrangemen une Klippe allongée des Carpathes, nous constatons entre le grand et le petit Auberg une vraie Klippe isolée en plein Flysch. Le Guggeienberg est absolument comparable à une grande Klippe, etc.

Ainsi l'on voit que le pli frontal des grandes nappes à faciès helvétique de la Suisse *a failli se résoudre en Klippes.*

On ne saurait voir là une simple similitude. Ce morcellement est unique dans les Alpes suisses, or il se rencontre dans des masses qui, *comme les Klippes.* sont noyées dans un terrain plus récent.

Mais il y a plus.

Les Klippes carpathiques se groupent en grandes familles isolées les unes des autres et séparées par des espaces où ces Klippes sont absentes ou isolées. Ainsi le groupe de Neumarkt est séparé de celui de Gorsztyn par un espace vide de Klippes. Or *la chaîne frontale suisse des Alpes à faciès helvétique est également tronçonnée.*

Le Guggeienberg émerge comme un îlot au milieu du Flysch. Le Mattstock simule une forteresse isolée. La chaîne du Wageten s'arrête brusquement pour reprendre plus loin dans le Gross Auberg, séparé à son tour par un espace vide de Klein Auberg, etc.

---

[1] Lugeon, *Les grandes nappes de recouvrement*, etc.

[2] Burckhardt, *Die Kontaktzone von Kreide um Tertiär am Nordrande der Schweizeralpen,* 1893.

Voilà donc encore un phénomène semblable à celui des Klippes. Quelle explication pouvons-nous donner de ce tronçonnement extraordinaire qui, en Autriche, est propre à la zone des Klippes et qui, en Suisse, n'est visible que dans les masses frontales des Alpes.

Les nappes qui ont formé la chaîne du Sentis au Pilate, celles qui ont donné lieu à la chaîne des Klippes ont dû, *à cause de la forme arquée de la chaîne, prendre un développement longitudinal de plus en plus exagéré en marchant vers le nord.*

Elles ont dû se disjoindre en tronçons d'autant plus nombreux que la courbure était plus grande. Or la courbure longitudinale de la zone des Klippes est plus exagérée que celle de la chaîne frontale suisse. Cela nous explique pourquoi *le pli frontal est resté plus continu en Suisse, alors que dans les Klippes carpathiques le tronçonnement s'est développé d'une manière exagérée.*

Non seulement cette fragmentation — comparable au tronçonnement de la bélemnite — s'est exécutée dans les Carpathes en divisant les plis frontaux en grandes bandes juxtaposées presque bout à bout comme en Suisse, mais elle s'est exercée dans l'extrême détail, capable de produire des subdivisions comme celles d'une vague qui se brise en des milliers de gouttelettes.

Ainsi nous voyons que *la zone des Klippes présente les allures d'un pli frontal d'une nappe à arrêt forcé.* La similitude avec le pli frontal de la grande nappe suisse qui s'avance jusqu'aux territoires molassiques est telle que nous l'estimons suffisante : *la zone des Klippes représente le ou les plis frontaux de grandes nappes.*

Cette hypothèse se rapproche de celle de Neumayr ; pour remplacer la grande voûte rompue, qu'avait imaginé cet homme si remarquable à tant de points de vue, je propose le front émergeant et disloqué d'une nappe de charriage.

⁂

Est-ce aux nappes subtatriques que l'on doit rattacher les Klippes ou bien appartiennent-elles à une autre nappe ou groupe de nappes?

Ici, j'avoue que les documents me manquent ; ce n'est que le jour où toute la carte géologique détaillée des Carpathes sera publiée que nous pourrons nous rendre compte exactement de l'allure du phénomène.

Cherchons à anticiper sur l'avenir, bien que nous sentions les points d'appui nous manquer. Il se peut que l'hypothèse nous guide.

Les auteurs qui ont décrit les Klippes distinguent, depuis Stache, deux séries statigraphiques, celle des Klippes et celle de la couverture des Klippes (Klippenhülle).

Les terrains des Klippes ne sont pas rigoureusement les mêmes que ceux de la Tatra, mais il ne faut pas oublier que nous devons envisager et comparer des coupes qui sont aujourd'hui, comme elles étaient jadis, dans leur position originelle, à de très grandes distances.

Ainsi le Trias et les couches de Gresten sont communs aux deux régions. Le Lias (Barkokalk) rappelle celui de la zone hauttatrique. Les couches à *Amm. opalinus* sont connues dans la zone subtatrique, où, par contre, les bancs à Posidonomyes n'ont pas été retrouvés fossilifères. Un intérêt plus grand s'adresse aux terrains jurassiques. Il y a deux faciès dans la Tatra. Il y en a deux aussi dans les Klippes. Les *dépôts jurassiques fossilifères* sont représentés, beaucoup moins riches en restes organiques, par la grande masse du calcaire liaso-jurassique de la zone hauttatrique. Dans les deux régions nous y constatons les calcaires à crinoïdes du Dogger et les calcaires rouges (Knollenkalk); le Titonique, célèbre dans la zone des Klippes à cause de ses beaux gisements fossilifères, existe probablement, sans fossile, il est vrai, dans la zone hauttatrique, au pied nord du Giewont.

Le deuxième faciès du Jurassique, le *Hornsteinkalkfacies*, est peut-être une modification latérale du faciès subtatrique. Dans le faciès des Klippes, nous voyons aussi les Fleckenmergel, que l'on constate dans la zone subtatrique.

Enfin les terrains crétaciques inférieurs des Klippes sont tout aussi difficiles à subdiviser sous leur forme de Hornsteinkalk dans les Klippes qu'ils le sont, sous la forme des Fleckenmergel, dans la Tatra.

Le Crétacique supérieur, qui fait partie de la Klippenhülle, est gréseux, détitrique dans les Klippes; il est marneux dans la zone hauttatrique.

Le Nummulitique est le même dans les deux régions.

⁂

Il est donc possible d'assimiler dans une certaine mesure les terrains des Klippes à ceux de la Tatra ou à leur substratum, mais il y a des variations de faciès qui peuvent être interprétées en faveur ou contre l'hypothèse de la liaison en profondeur des nappes subtatriques et des Klippes. Ainsi la stratigraphie ne peut venir à notre secours, et j'ai fait remarquer plus haut que l'argument tectonique nous manquait, puisque nous ne connaissions pas d'une manière détaillée la géologie d'une très grande portion, sinon la totalité, de la chaîne. Nous sommes donc livrés à la conjecture, et à ce propos il est certaines considérations intéressantes.

Il y a un intérêt très grand à considérer la répartition des Klippes à faciès jurassique. J'ai assimilé le faciès à Hornsteinkalk à celui des nappes subtatriques. Or si ces nappes, qui sont les supérieures, réapparaissent à la surface, elles doivent former la bande la plus méridionale des Klippes, du moins en face de la Tatra. C'est ce que montre en effet la carte schématique publiée par M. Uhlig à la fin de son mémoire sur les Klippes piénines.

D'autre part, ces Klippes à Hornsteinkalk sont les plus allongées ; elles sont plissées ; se sont elles qui rappellent le plus les plis du Wageten, de l'Auberg, etc., en Suisse.

Les Klippes jurassiques, à faciès riche en fossiles, se rapportent surtout au faciès hauttatrique ou, ce qui revient au même, au faciès du substratum autochtone. Ces Klippes à faciès riche en fossiles sont plus petites et sont particulièrement brisées par des cassures ; le pli n'a rien à y faire. Or, par une coïncidence étrange, nous constatons, dans la Tatra même, des lambeaux de Jurassique, appartenant à la nappe hauttatrique, déjà enfouis dans le Crétacique supérieur. M. Uhlig a signalé un de ces fragments dans le val Malalaka (fig. 4), puis à l'ouest de la vallée de Koscielisko, on constate un égrènement en plein Crétacique de cette même nappe (Uhlig, *Tatra*, Pl. III *b*, fig. 4). Ainsi la nappe subtatrique inférieure a raboté la nappe hauttatrique, en a arraché des fragments[1]. Or dans la zone piénine des Klippes, celles à faciès jurassique riches en fossiles occupent justement, en général, le nord des Klippes à faciès du Hornsteinkalk. D'autre part, la nappe subtatrique a par places raboté jusqu'aux terrains cristallins. Ainsi voilà une série de coïncidences qui sont fortement en faveur de l'hypothèse de la liaison des Klippes avec les nappes de la Tatra, d'autant plus que le rabotage, s'effectuant aussi aux dépens du substratum autochtone, a pu amener au jour des paquets arrachés à des zones plus fossilifères que celles que l'on voit dans la Tatra même.

---

[1] Un de mes anciens élèves, M. Porchet, assistant à l'Université de Lausannt, m'a fait remarquer la similitude que présenterait ce phénomène s'il était démontré avec celui de l'écoulement des glaciers. Ces deux nappes subtatriques représenteraient le glacier ; les débris de la nappe hauttatrique et subtatrique, entraînés avec les roches de substance autochtone, seraient assimilables à la moraine de fond. Cette moraine d'un nouveau genre formerait toutes les petites Klippes de Jurassique à faciès fossilifère. J'ajouterai que le tronçonnement de la nappe serait comparable au phénomène des crevasses frontales qui coupent le glacier en éventail. Cette comparaison pourrait être poussée plus loin.

Il se peut, si le front des nappes de la Tatra reste enfoui sous la zone de Flysch qui le sépare de la zone des Klippes, que celles-ci appartiennent à une ou plusieurs autres nappes enfouies entièrement en profondeur et dont on ne verrait émerger que les têtes. En poursuivant au loin vers l'ouest et vers l'est à la fois la zone des Klippes et les nappes de la Tatra, peut-être arrivera-t-on à élucider définitivement cette question.

⁂

Dans la zone des Klippes, le Crétacique supérieur est fortement développé sous une forme gréseuse et poudinguiforme ; dans la Tatra il est marneux et peu développé. Est-ce là un argument contre l'hypothèse de la liaison des Klippes et des nappes de la Tatra ?

Il est à remarquer que dans la Tatra le Crétacique supérieur n'existe guère que dans la zone hauttatrique. Sous la nappe hauttatrique il est très développé, alors qu'il manque presque entièrement sur la nappe. Il a donc été entraîné en grande partie par les nappes subtatriques, mais c'est dans ce Crétacique supérieur, comme dans les Klippes, que s'est allongée la nappe hauttatrique. Dans les nappes glaronnaises nous remarquons de même que le Flysch situé sous la nappe inférieure est très développé, tandis qu'il est peu abondant entre les nappes et prend un développement souvent considérable vers les charnières frontales. Si donc les nappes tatriques forment les Klippes, le Crétacique supérieur dans lequel sont contenues ces dernières proviendrait en grande partie de la nappe hauttatrique et de son substratum.

La différence de constitution du Crétacique dans les deux régions pourrait être un argument à élever contre l'hypothèse de la liaison souterraine. Mais si nous cherchons à nous représenter les rapports primitifs des terrains constituant les nappes, en faisant l'opération de la mise en place des nappes avant le charriage, nous trouvons une explication de cette différence. Les terrains crétaciques supérieurs autochtones de la Tatra devaient s'étendre vers le nord en prenant de plus en plus un faciès littoral, c'est-à-dire le faciès des Klippes, puisque vers le nord on s'éloigne du centre du géosynclinal carpathique. Or le Crétacique des Klippes a été arraché de la partie qui précédait vers le nord le Crétacique visible dans la Haute-Tatra.

Je ne pousserai pas plus loin cette enquête, car, ne nous adressant qu'à une portion trop restreinte de la chaîne, nous ne pouvons trouver la solution définitive. Cette zone des Klippes représente le front de grandes nappes. Nous comprenons maintenant pourquoi, en avant des Klippes, la zone tertiaire est plissée, car elle a subi le contrecoup de la formation de la nappe, tandis que, au sud, le Flysch transporté avec la nappe n'a pas ressenti les effets de la compression latérale et est resté en couches faiblement ondulées.

⁂

Poussées vers le nord, comme la chaîne alpine, les Carpathes ont cherché à couvrir l'avant-pays, ainsi que l'a écrit dans des pages inoubliables l'auteur de la magistrale

Face de la Terre. C'est par de grandes vagues successives cherchant à se hisser les unes avec l'aide des autres que ce gigantesque mouvement a dû s'accomplir. Le phénomène de la nappe de recouvrement est bien, ainsi que l'a dit M. Marcel Bertrand, un processus normal de la formation des chaînes de montagnes. Sans doute, ce travail n'est qu'une pure tentative, une contribution apportée en faveur des théories nouvelles, et cherchant des documents dans une région qui m'est complètement inconnue, je ne me cache pas de l'imperfection de cette méthode. Ce sont ceux qui marchent dans les chemins non battus qui courent le plus le risque de se perdre. Si je me suis trompé, j'ai déjà appris à reconnaître mes erreurs.

* * *

L'ACIDE PRUSSIQUE GAZEUX

DANS LA LUTTE CONTRE LES INSECTES

par le Dr **Henri FAES**,

assistant à la Station viticole du Champ-de-l'Air.

La lutte rationnelle contre les insectes nuisibles est de plus en plus considérée comme un facteur très important en agriculture, et des stations d'essais agricoles avec service entomologique spécial existent à l'heure actuelle dans les pays qui nous avoisinent, soit en France, en Allemagne, en Autriche et en Italie. Mais c'est surtout dans les Etats-Unis d'Amérique et dans le Canada que l'entomologie agricole s'est le plus développée ; dans ces deux pays elle a fait de grands progrès tant dans le choix des insecticides que dans les méthodes d'application et rendu des services signalés aux agriculteurs.

Parmi les innombrables matières employées pour combattre les parasites, on reconnaît de suite la valeur des insecticides se présentant sous la forme de gaz ou de vapeur ; pourvu que leur densité ne soit pas très différente de celle du milieu où ils se dégagent, ils remplissent en effet entièrement un espace donné et atteignent toutes les créatures qui s'y trouvent.

Dans cette catégorie il nous faut signaler particulièrement le *sulfure de carbone,* dont les vapeurs ont été employées dans beaucoup de cas contre des parasites très divers et ont prouvé qu'elles méritaient une grande confiance. Rappelons seulement que jusqu'ici l'on n'a rien trouvé de supérieur au sulfure de carbone dans la lutte si importante contre le phylloxéra. On l'a utilisé en injections dans le sol pour détruire les campagnols, les vers-blancs, les courtilières, les nids de guêpes et de fourmis ; on en a fait tout récemment dans plusieurs contrées d'Amérique et d'Europe un fréquent et excellent usage pour exterminer les insectes dans les moulins, les greniers, les dépôts de grains. Signalons encore la grande efficacité de ses vapeurs pour préserver et débarrasser des parasites les habits, les fourrures, les collections des musées, tout particulièrement les cadres d'insectes, etc.

Mais le sulfure de carbone offre certains inconvénients. Il nuit facilement à la végétation et par là même son emploi se trouve exclu dans un grand nombre de cas ; puis, surtout, ses vapeurs sont très inflammables, ce qui nécessite dans les locaux où on l'emploie des précautions extraordinaires, afin d'éviter des explosions très dangereuses.

Ces divers motifs ont suggéré en Amérique l'emploi d'un autre corps encore plus toxique, mais qui ne présente pas les inconvénients précédents. Nous voulons parler de l'*acide prussique gazeux* ou acide cyanhydrique gazeux [1]. Coquillett, entomologiste aux Etats-Unis, découvrit la méthode. Une cochenille, l'*Icerya purchasi*, introduite d'Australie en Californie, exerçait de terribles ravages dans les plantations de citronniers et d'orangers de ce pays. Il semblait que les cultures allaient être tout à fait ruinées, en dépit des efforts des meilleurs horticulteurs. Ceux-ci appelèrent à leur aide le Département de l'Agriculture des Etats-Unis, qui s'adressa au Service agricole entomologique. En 1886, le Service détacha pour étudier la question trois entomologistes, parmi lesquels Coquillett, auquel il vint à l'esprit d'entourer les arbres d'une cloche de toile, dans laquelle il fit dégager de l'acide prussique gazeux. Les résultats obtenus furent excellents et le gaz en question fut bientôt employé en grand dans la pratique, surtout pour débarrasser entièrement les arbres et les plantes des cochenilles et pucerons.

---

[1] Voir *Fumigation Methods* by Willis G. Johnson. Orange Judd Company. New-York 1902.

Dans ce procédé l'acide prussique gazeux est produit par la décomposition du cyanure de potassium par l'acide sulfurique d'après l'équation suivante :

$$2\ KCN + H_2SO_4 = 2\ \underline{HCN} + K_2SO_4\,.$$

Il faut employer du cyanure d'au moins 98-99 % de pureté, et l'acide sulfurique doit posséder une densité minimum de 1.83.

La quantité de gaz exigée pour les divers traitements n'est pas indifférente ; elle doit toujours se maintenir dans certaines limites, ce qui implique la connaissance exacte du volume dans lequel le dégagement s'opère. Les plantes peuvent être traitées en pleine végétation, ou, ce qui est bien préférable, à l'état dormant, car dans ce cas elles supportent sans dommage une quantité de gaz fort supérieure.

Dans la campagne, les arbres ne peuvent être fumigés qu'à la condition de n'être pas trop grands. Pour les recouvrir, on employe en Amérique des tentes faites en forte toile à voile, sur laquelle on étend de l'huile de lin bouillie, ou une couleur quelconque à l'huile, ce qui rend l'étoffe imperméable. On employe des tentes en forme de cloche, d'entonnoir, et les systèmes les plus divers ont été essayés pour les placer rapidement sur les arbres. Elles sont maintenues autour de la plante par un cercle de bois ou plutôt par un tuyau de fonte passé dans le bas de la toile ; on peut même recouvrir simplement les bords de la tente avec de la terre.

Pour les jeunes arbres on emploie maintenant de grandes caisses en forte toile avec un léger cadre en bois; ces caisses se renversent sur les plantes. Avec ce procédé le volume est constant, et il n'est pas besoin de calculer chaque fois la quantité de cyanure nécessaire. Si les caisses ne sont pas de dimensions trop grandes on fixe sur les côtés des perches, et elles se transportent comme des chaises à porteur; lorsqu'elles sont trop lourdes on les déplace au moyen de poulies.

Le volume d'un arbre « tenté » est assez difficile à calculer; le plus simple est de se rapporter à des tables, qui indiquent la dose de cyanure à employer suivant la hauteur et le diamètre des arbres à traiter (voir *Fumigation Methods*). Les différents arbres fruitiers, en plein feuillage, supportent jusqu'à 7 gr. de cyanure de potassium par mètre cube (0.2 gr. par pied cube anglais), sans être endommagés, et de nombreuses variétés de pommiers, poiriers, pruniers, ont été fumigées sur une grande échelle en Amérique avec un remarquable succès. L'acide prussique gazeux s'est notamment montré fort efficace contre le puceron de San-José (*Aspidiotus perniciosus*). Dans la Nouvelle-Galles du Sud, de très bons résultats ont été obtenus dans les plantations de citronniers et d'orangers; en automne 1901, plus de mille tentes étaient employées pour les fumigations dans ce pays, et la colonie du Cap en possède actuellement un nombre aussi considérable. Les frais nécessités par l'achat des tentes ne sont pas très élevés; ils peuvent être considérablement réduits si les communes ou les syndicats font venir le matériel nécessaire.

Des doses de cyanure bien plus fortes que celles citées plus haut peuvent être employées lorsque les arbres ont perdu leurs feuilles, qu'ils sont à l'état dormant, et c'est aussi l'époque la plus favorable pour les fumigations. Il faut que les plantes traitées aient au moins quatre pieds de haut, sans cela elles sont trop faibles et souffrent. A l'état dormant, les pommiers, poiriers, pruniers, résistent à une dose de 10,5 gr. de cyanure par mètre cube (0,3 gr. par pied cube anglais). Pour les pêchers cette quantité est trop forte et doit être réduite de moitié. Ces chiffres ont été déterminés entre autres par des expériences toutes récentes exécutées à la Station d'essais agricoles de New-York. Les mêmes expériences ont prouvé la grande différence de vitalité présentée par les cochenilles en hiver ou au printemps; alors que pour tuer ces insectes sur les arbres fruitiers 6,3 gr. de cyanure par mètre cube suffisent au printemps, il faut employer pour atteindre le même but 10,5 gr. en hiver.

Vu les résultats si concluants fournis par la fumigation, les grands pépiniéristes américains ont établi des locaux spéciaux, dans lesquels sont fumigés à l'état dormant tous les arbres sortant de leurs pépinières. Ils y trouvent leur profit, car les arbres ainsi traités portent une étiquette indiquant qu'ils ont été désinfectés, et la vente en est grandement facilitée. Aujourd'hui, dans plusieurs provinces des Etats-Unis la fumigation est même exigée et réglementée par l'Etat, et des délégués du Département de l'Agriculture dirigent et surveillent les traitements.

Bien plus, au Canada, quand il eut été découvert que l'on pouvait détruire le kermès de San-José sur les plants de pépinière en les fumigant avec l'acide prussique gazeux, à la demande instante d'un grand nombre de producteurs de fruits, de sociétés d'horticulture, de pépiniéristes et autres, et suivant les instructions du Ministre de l'agriculture, il a été construit des chambres fumigatoires par les importateurs aux endroits qui ont paru les plus commodes. Il a été nommé des surintendants ayant qualité pour traiter tous plants de pépinières, arbres, arbrisseaux ou autres plantes qui pourraient être importés par ces ports, et puis les réemballer et expédier à leur destination aussi promptement que possible. Ces chambres fumigatoires ont été placées aux ports de douanes de Saint-Jean (Nouveau

Brunswick), Saint-Jean (Québec), Niagara Falls et Windsor (Ontario), Winnipeg (Manitoba) et Vancouver (Colombie anglaise). Le gouvernement fédéral s'est chargé de tous les frais des stations. D'Europe au Canada on peut importer cependant sans traitement toute espèce de plants de pépinière, car le kermès de San-José n'a jamais pris pied dans notre continent. Certaines autres plantes qui ne sont pas sujettes aux attaques de ce même parasite sont aussi exemptées des fumigations, ainsi les plantes de serre, les plantes vivaces herbacées, les plantes de plates-bandes herbacées, tous les conifères, les oignons et les tubercules.

Environ deux et demi millions de jeunes arbres importés passent par année dans les chambres fumigatoires au Canada, et ce chiffre dénonce suffisamment les services rendus par le procédé.

Tout récemment encore, le gouvernement de la Jamaïque vient lui aussi de lancer une proclamation annonçant que dès aujourd'hui les jeunes plants, boutures, greffes, ainsi que les caisses les contenant doivent être complètement fumigés à l'acide prussique gazeux, à leur arrivée dans l'île. Comme l'on voit, l'emploi de ce gaz se développe de plus en plus dans les régions d'outre-mer.

Quant aux avantages de la fumigation, on a observé que les arbres malades prospèrent de suite après le traitement; ils portent plus de feuilles, plus de fruits et ceux-ci sont plus gros. De l'avis général de ceux qui en ont fait l'expérience les récoltes subséquentes payent bien au delà des frais de la fumigation.

L'acide prussique gazeux se prête à d'autres utilisations pratiques; on l'a employé dans les dépôts de tabac attaqués par certains insectes parasites, puis dans les moulins, à l'égal du sulfure de carbone, pour les débarrasser du Charançon du blé *(Calandra granaria)*, de la Teigne du blé *(Ephestia Kuhniella)*, du Ver de farine *(Tenebrio molitor)*. Comme pour le sulfure de carbone, il est très important de rendre le local où se fait l'opération aussi fermé que possible, afin qu'il n'y ait pas de fuite de gaz. La dose de 0,25 gr. de cyanure par pied cube anglais est suffisante pour ces fumigations et le gaz doit séjourner plus ou moins longtemps dans les locaux suivant la quantité de blé ou de tabac qu'ils contiennent.

Il était intéressant de savoir si les propriétés germinatives et la valeur nutritive du grain étaient modifiées par l'acide prussique. Des expériences très sérieuses, exécutées par le Dr Towsend, chargé de la pathologie végétale au Département de l'Agriculture des Etats-Unis, ont prouvé qu'il n'en était rien, à condition que les graines soient traitées bien sèches et non mouillées; si le blé est humide le gaz absorbé peut lui nuire dans une certaine mesure. M. Towsend rapporte que des graines sèches de blé soumises à la fumigation, à raison de 1 gr. de cyanure par pied cube anglais, une très forte dose, n'ont perdu qu'après 8 mois de séjour dans le gaz leur faculté germinative, et à la dose de $^1/_3$ de gramme par pied cube elles gardaient leur vitalité pendant au moins une année.

En Amérique, des fumigations ont été même effectuées dans quelques maisons particulières pour les délivrer des punaises, cafards ou teignes qui les infestaient. Le procédé est applicable, à la condition que la maison traitée soit absolument isolée et débarrassée de tout locataire; mais les mesures de prudence qu'il faut prendre à cette occasion empêcheront sans doute l'emploi en grand des fumigations dans ce domaine. Par contre, il est facile de traiter à l'acide prussique gazeux les wagons de chemins de fer, les tramways, les bateaux envahis par la vermine. La fumigation les nettoye complètement, et dans le Sud de l'Afrique quelques compagnies de chemins de fer désinfectent ainsi à fond leurs wagons des punaises et autres parasites.

En somme, les vapeurs de l'acide prussique comme celles du sulfure de carbone peuvent être employées avec succès, dans maintes occasions, pour détruire les insectes parasites dans les locaux fermés. Mais les vapeurs du sulfure de carbone étant très inflammables, celles de l'acide prussique, malgré leur toxicité, seront souvent d'un emploi plus général. Toutes deux présentent du reste les grands avantages suivants : elles n'attaquent ni les étoffes, ni les produits manufacturés, ni le grain, ni les machines, ne laissent aucune odeur ou résidu; enfin leurs propriétés insecticides sont vraiment remarquables. L'on sait au contraire les graves inconvénients présentés par les vapeurs de soufre et de tabac, qui gâtent les couleurs ou laissent après elles une odeur très désagréable.

Chez nous les fumigations en plein air, les fumigations de moulins, d'entrepôts ne semblent guère devoir être utilisées, mais il est pourtant un domaine où l'acide prussique gazeux peut nous rendre, croyons-nous, de grands services; nous voulons parler de l'emploi de ce gaz dans les serres. Par les fumigations, celles-ci peuvent être débarrassées des insectes nuisibles, en particulier des cochenilles, qui sont comme l'on sait le pire fléau des cultures sous verre. Dans ce but, et à titre d'expérience, nous avons exécuté une série de fumigations dans les serres du Champ-de-l'Air, à l'instigation de M. Jean Dufour, directeur de la Station viticole. Les résultats obtenus, intéressants à plus d'un égard, méritent d'être relatés.

Pour fumiger une serre envahie par les cochenilles ou autres parasites il nous faut d'abord savoir exactement la quantité de cyanure à employer, et pour cela estimer, s'il n'est pas déjà connu, le volume de la serre en mètres cubes, ou en pieds cubes anglais si l'on possède une tabelle anglaise. Nous pesons ensuite la quantité de cyanure à employer, qui varie de 2 à 5,25 gr. par mètre cube (0,075 à 0,15 gr. par pied cube anglais), puis nous mesurons l'acide sulfurique et l'eau. Pour 3 gr. de cyanure il faut 4 ½ cm^3 d'acide et 6 ¾ cm^3 d'eau.

Nous avons procédé de la manière suivante : nous versons d'abord l'eau dans un vase en terre, nous y ajoutons l'acide, puis nous plaçons ensuite le récipient autant que possible au milieu de la serre. D'autre part, un cornet de papier contenant le cyanure est attaché à une ficelle, et disposé de telle façon qu'il soit suspendu exactement au-dessus du vase à réaction. La ficelle retenant le cornet court dans des anneaux en fil de fer et doit pouvoir être maniée de l'extérieur : nous avons trouvé très simple de la faire passer par le trou de la serrure. Toutes les fentes et ouvertures quelconques existant dans la serre ayant été préalablement bouchées par du sable, des chiffons ou des bandes de papier, et le sac de cyanure étant suspendu sur le vase, nous fermons alors hermétiquement la porte de la serre. Puis de l'extérieur nous lâchons la ficelle et le cyanure tombe dans l'acide sulfurique. Au contact du cyanure avec l'acide il se produit un bouillonnement comme si l'on jetait du fer rouge dans de l'eau, et l'acide prussique gazeux se dégage immédiatement. Il possède une diffusion très rapide ; plus léger que l'air il s'élève d'abord au sommet de la serre, puis il redescend le long des côtés du local jusqu'à ce qu'une densité moyenne soit obtenue dans l'espace traité. On sait que l'acide prussique gazeux sent les noyaux de pêche, et cette odeur se perçoit presque toujours près de la serre, quelque bien fermée qu'elle soit. Ce gaz étant très toxique il ne faut pas rester pendant le traitement dans les environs immédiats du local, et veiller en outre attentivement à ce que personne n'y pénètre. Nous avons laissé les vapeurs agir de 25 à 35 minutes. Ce laps de temps écoulé, on aère la serre par des ventilateurs s'ouvrant de *l'extérieur :* après un quart d'heure le gaz a complètement disparu. La durée d'action des vapeurs toxiques peut sembler courte, mais par contre la dose de cyanure employée est déjà relativement élevée, toutes les expériences ayant prouvé que les plantes étaient moins attaquées par une courte exposition à une grande quantité de gaz, que par une longue exposition à une faible quantité ; les insectes nuisibles sont aussi plus décimés dans le premier cas.

Après la fumigation, le vase à réaction renferme du sulfate de potassium formé par l'action de l'acide sulfurique sur le cyanure de potassium ; en outre le liquide restant contient toujours en dissolution de l'acide prussique, et le mieux est de creuser un trou en terre et d'y jeter tout le contenu du vase, afin d'éviter des accidents.

Pour que la fumigation des serres s'opère dans de bonnes conditions, les plantes et la terre doivent être aussi sèches que possible avant le traitement ; ensuite il faut que la serre soit sombre, les plantes traitées dans une obscurité relative supportant sans aucun dommage une dose de gaz qui leur nuit en pleine lumière. Il est donc préférable de faire le traitement par un jour sombre et nébuleux, de bonne heure le matin, ou tard le soir. Au Champ-de-l'Air, nous avons toujours rendu les serres obscures avant de les fumiger, en les recouvrant de paillassons et de planches.

La plupart de nos expériences ont été exécutées dans une serre de la contenance de 39,27 m³. Les plantes exposées aux fumigations étaient les suivantes :

Adiantum gracillimum. A. macrophyllum. A. cuneatum. A. concinnum latum. A. aethiopicum. Pteris serrulata cristata. P. albolineata. Nephrolepis cordata. Microlepia cristata. Asplenium laxum. Blecknum orientale. Selaginella Kraussiana. S. amoena. S. emmeliana. S. apoda.

Phœnix tenuis. P. canariensis. P. rupicola. Cocos Weddelliana. Corypha australis. Latania borbonica. Sabal umbraculifera. Areca lutescens. Kentia Belmoreana.

Cypripedium insigne. C. Lawrenceanum. C. spicerianum. C. Dauthieri. Tricopilia suavis.

Billbergia nutans. Nidularium fulgens. Vriesia splendens.

Musa sinensis. Strelitzia reginae. S. augusta. Clivia nobilis. Dracaena indivisa. D. Bruanti. D. congesta. Aspidistra elatior viridis. Pandanus Veitchii.

Anthurium scherzerianum. Richardia aethiopica. Tradescantia viridis. T. zebrina. Oplismenus imbecillis. Isolepis gracilis. Asparagus plumosus. A. Sprengeri. Maranta leuconera. Acalipha musaïca. A. hispida. Cycas revoluta. Begonia rex et *B. ligneux. Fatsia japonica. Ficus elastica. Hoya carnosa. Stephanotis floribunda. Ruellia macranta. Bougainvillea glabra.*

Cissus discolor. Rhynchosia densiflora. Passiflora muracuja. Hexacentris mysorensis. Poinsettia pulcherrima. Peperomia argyrea. P. peltata. P. resedaeflora.

Mimosa pudica. Hibiscus rosa-sinensis. Laurus nobilis. Epiphyllum truncatum. Lantana camara. Salvia splendens. Ageratum mexicanum. Coleus Verschaffeltii et *Triomphe du Luxembourg.*

Puis des *Orangers*, *Héliotropes du Pérou*, *Anthemis*, *Fuchsias*. *Cinéraires hybrides* et *maritimes*. *Primevères de Chine*, *Pétunias*. *Chrysanthèmes* en fleurs, *Oeillets* en fleurs, une trentaine de variétés de *Géraniums*, etc.

Parmi les cochenilles qui infestaient les plantes, nous citerons *Dactylopius adonidum* L. (appelée cochenille des serres, cochenille farineuse, pou blanc, puceron laineux) sur les *Coleus*, *Stephanotis floribunda*. *Hoya carnosa*, etc.; puis *Coccus lauri* (Bouché) sur le *Laurus nobilis* : *Aspidiotus palmarum* (Bouché) sur les *Palmiers*. *Phœnix*. etc.; puis divers *Lecanium* sur *Cycas revoluta*. *Asparagus Sprengeri*, etc.

Nous avons d'abord employé pour fumiger la serre 65 grammes de cyanure de potassium, soit 1,65 gr. par mètre cube (0,05 gr. par pied cube anglais). La quantité d'acide sulfurique nécessaire était de 97 cm^3, la quantité d'eau de 145 cm^3. L'expérience fut faite le matin à 9 heures, un des premiers jours d'octobre, et nous laissâmes les vapeurs agir 25 minutes. Un certain nombre de cochenilles restèrent vivantes, la quantité de cyanure employée étant évidemment trop faible.

Le 16 octobre, à 8 ½ heures du matin, par un temps sombre et brumeux, nouvelle fumigation. Nous employons 137,4 gr. de cyanure, soit 3,5 gr. par mètre cube (0,1 gr. par pied cube anglais), 208 cm^3 d'acide sulfurique et 312 centimètres cubes d'eau. Les vapeurs agissent 30 minutes. Cette fois-ci la dose était presque suffisante : les cochenilles d'espèces diverses avaient succombé, et seuls deux exemplaires de *Dactylopius adonidum* L. furent retrouvés en vie.

Dans les fumigations il faut noter un point, à savoir que les œufs des cochenilles ne sont pas tués par les vapeurs de l'acide prussique gazeux, du moins pendant cette exposition relativement courte. Il est donc nécessaire de traiter les serres trois ou quatre fois, à quelques semaines d'intervalle, pour les débarrasser complètement de ces parasites. Le procédé n'en garde pas moins une très haute valeur, si l'on réfléchit aux dégâts considérables causés par les cochenilles dans les grandes serres, où un homme est employé toute l'année presque uniquement à les détruire.

Deux mois plus tard, soit le 22 décembre, à 9 heures du matin, par un temps très clair, nous faisons encore une fumigation, la serre étant comme toujours recouverte de paillassons et de planches. Nous employons 166,8 gr. de cyanure, soit 4,25 gr. par mètre cube (0,12 gr. par pied cube anglais), 249 cm^3 d'acide sulfurique et 374 cm^3 d'eau. Les vapeurs agissent pendant 35 minutes.

La serre était à cette époque envahie par de nombreux pucerons (*Aphis dianthi* Schrank), et on y retrouvait la

Cochenille farineuse. Le résultat du traitement fut excellent; tous les pucerons succombèrent, et quelques jours après leurs dépouilles couvraient les plantes. Quant aux Cochenilles farineuses, malgré des recherches très serrées, nous n'en retrouvâmes qu'une seule en vie ; encore se trouvait-elle près de deux vitres mal jointes, sur une branche de *Stephanotis floribunda*, et il est probable qu'à cet endroit le gaz s'échappait et ne pouvait acquérir une densité suffisante.

Entre temps, le 4 novembre à la tombée de la nuit, nous avons fumigé une plus grande serre ; elle contenait 2880 pieds cubes anglais, soit 81,54 m^3. Nous employâmes 432 gr. de cyanure, ce qui représente 5,3 gr. par mètre cube (0,15 gr. par pied cube anglais), 648 cm^3 d'acide sulfurique et 972 cm^3 d'eau. Les vapeurs restèrent 35 minutes dans la serre. On retrouvait sur les plantes les mêmes cochenilles déjà citées précédemment ; elles succombèrent à la dose employée, mais par contre la quantité de 5,3 gr. de cyanure par mètre cube parut trop forte pour les plantes traitées, et c'est pour cette raison que nous revînmes plus tard à une quantité légèrement inférieure, soit 4,25 gr. par mètre cube.

Pour bien se rendre compte de l'efficacité du procédé, il ne faut naturellement pas examiner les cochenilles sitôt après le traitement, car elles sont alors toutes immobiles et semblent mortes, mais on les observe deux ou trois jours après seulement, et l'on voit alors apparaître, du moins chez la Cochenille farineuse, une teinte d'un gris-noirâtre, caractéristique de la mort de l'animal.

Vu la grande toxicité de ces vapeurs, il était intéressant de voir comment divers animaux se comporteraient vis-à-vis de l'acide prussique gazeux. Lors de la deuxième expérience, soit avec une dose de 3,5 gr. de cyanure par mètre cube, nous avons enfermé dans la serre une chatte, deux souris dont une blanche et l'autre noire, deux cobayes, puis de nombreuses mouches et guêpes emprisonnées dans des cages en treillis métallique. Ces animaux furent placés de telle sorte que l'on pouvait facilement les observer de l'extérieur, à travers le vitrage de la serre. Cinq minutes après que le dégagement du gaz eut commencé, les souris et les cobayes ne donnaient plus signe de vie. Le chat vécut un peu plus longtemps, soit 15 minutes, et à peu près à ce même moment succombaient les dernières mouches et guêpes. Après la fumigation on trouvait sur le sol de la serre beaucoup de cloportes morts, qui avaient tâché d'échapper aux vapeurs délétères.

Lorsque nous employâmes la dose plus forte de 4.25 gr. de cyanure par mètre cube, la serre renfermait deux merles, mâle et femelle, une salamandre tachetée et cinq poissons rouges. Les merles succombèrent au bout de cinq minutes, tandis que la salamandre bougeait encore faiblement les pattes à la fin de l'expérience, soit après 35 minutes de séjour dans le gaz ; quelques heures après elle était morte.

Les poissons rouges avaient été placés dans un bocal contenant environ 3 litres d'eau, et nous voulions voir si le liquide absorbait suffisamment de gaz pendant l'expérience pour amener la mort de ces animaux. Tel ne semble pas être le cas, car, lorsque nous pénétrâmes dans la serre les poissons étaient encore vivants ; ils succombèrent, il est vrai, le soir de ce même jour, mais leur mort doit être probablement attribuée au fait que l'eau s'était alors trop réchauffée dans la serre.

Lors de la fumigation avec 5,3 gr. de cyanure par mètre cube, nous plaçâmes dans la grande serre quatre salamandres et deux grenouilles. Les animaux furent enfermés cette fois dans une boîte en carton dont le couvercle n'était percé que de quelques petits trous. A la fin de l'opération les deux grenouilles étaient mortes ; par contre deux des salamandres seulement succombèrent, tandis que les deux autres après avoir été comme endormies revinrent à elles et se rétablirent tout à fait.

Les animaux qui succombent aux vapeurs de l'acide prussique gazeux ne semblent pas souffrir. Leurs mouvements se ralentissent peu à peu, deviennent toujours plus faibles, et bientôt le corps reste immobile. Dans ces expériences, les animaux à sang chaud, chat, cobayes, souris, merles ont péri rapidement, mais les salamandres présentèrent une remarquable résistance aux vapeurs toxiques. Les insectes se sont comportés d'une façon assez différente : les mouches et les guêpes succombèrent plus vite, les pucerons et les cochenilles plus tard. Mais dans tous les cas la résistance offerte par les insectes est toujours très supérieure à celle des vertébrés à sang chaud, et ici encore on entrevoit les difficultés de la lutte pratique contre nos petits adversaires.

Il est clair que les chiffres indiqués ci-dessus pour les divers animaux en expérience sont relatifs. Parce qu'un chat ou un cobaye vit quelques minutes dans la serre il ne faudrait pas inférer qu'un homme puisse y pénétrer un instant sans danger. En effet, au moment où le cyanure entre en contact avec l'acide sulfurique la réaction commence seulement et les animaux ne sont pas atteints tout de suite par les vapeurs délétères ; ils ne périssent que lorsqu'elles ont atteint une certaine densité. Ce fait a surtout une grande importance au point de vue des précautions à prendre dans les serres fumigées, car les animaux précités, l'homme aussi, introduits au moment où tout le gaz est dégagé et qu'il remplit la serre, succomberaient sans doute bien plus rapidement.

Il faut aussi se garder de pénétrer trop vite dans les serres après la fumigation. Johnson rapporte à ce propos un accident arrivé aux Etats-Unis, et qui aurait pu être fatal. Un local rempli d'érables de Norvège avait été fumigé chez un pépiniériste, et les portes ayant été ouvertes à la fin de la fumigation, un nègre pénétra dans la pièce sept minutes après, bien qu'on lui eût exactement recommandé d'attendre plus longtemps. Il commençait à passer les érables à un autre nègre placé au dehors, lorsque soudainement il tomba à terre. On le sortit de suite de la chambre fumigée ; au bout d'un quart d'heure il revint à lui et une demi-heure après il était tout à fait rétabli. Si cet homme n'avait pas été immédiatement retiré de la serre il aurait probablement succombé. Une grande prudence est donc de règle et il faut toujours aérer convenablement les locaux traités avant d'y pénétrer.

Un facteur essentiel à envisager dans la fumigation est la résistance offerte à l'acide prussique gazeux par les plantes diverses cultivées dans les serres. Cette résistance varie suivant les espèces et même les variétés de plantes fumigées ; elle dépend en outre de plusieurs facteurs, entre autres de la température et de la lumière auxquelles on opère, de la plus ou moins grande ouverture des stomates des feuilles, du contenu cellulaire des plantes traitées, etc. Comme les serres du Champ-de-l'Air contenaient un nombre relativement grand de plantes diverses, les fumigations que nous y avons faites nous donnent des renseignements importants à plus d'un égard.

Après la fumigation à dose faible, avec 1,65 gr. de cyanure par mètre cube, toutes les plantes de la serre étaient intactes, sauf les *Tradescantia zebrina* qui avaient beaucoup souffert. Et chose curieuse, qui prouve la résistance très différente d'espèces pourtant voisines, les *Tradescantia viridis*, exposées aussi aux vapeurs de l'acide prussique gazeux, ne subirent jamais le plus léger dommage.

A la seconde fumigation, avec 3,5 gr. de cyanure par mètre cube, nous replaçâmes d'autres *Tradescantia zebrina* dans la serre, et ce furent encore une fois les seules plantes endommagées.

Lorsque nous employâmes la dose plus forte de 4,25 gr. de cyanure par mètre cube, quelques plantes souffrirent un peu du traitement ; on remarquait des traces de « brûlures » sur les fleurs de la *Primula obconica*, sur les feuilles du *Cypripedium spicerianum*, sur les jeunes pousses de l'*Asparagus Sprengeri*, ainsi que de quelques *Fuchsias* et *Géraniums*. Les autres plantes étaient toutes indemnes. S'il y a eu quelques brûlures, il faut noter d'autre part que l'expérience a eu lieu le 22 décembre, et l'on sait qu'en hiver, les jours étant courts, les jeunes pousses des plantes enfermées dans les serres sont étiolées et par suite très délicates. Au dire de M. Péneveyre fils, jardinier au Champ-de-l'Air, il est fort probable qu'en été, avec la même quantité de cyanure, ces plantes beaucoup plus vigoureuses n'auraient aucunement souffert.

Enfin avec la plus forte dose employée, soit 5,3 gr. par mètre cube, quatre jours après la fumigation, les jeunes boutons et les jeunes feuilles des *Geraniums* étaient en partie brûlés. Le dégât était du reste insignifiant, les pousses elles-mêmes n'étant pas atteintes ; seule la vente de ces fleurs aurait été entravée. On remarquait aussi que les *Mimosa pudica* avaient un peu souffert ; dans nos expériences nous avons observé cette plante avec soin, afin de voir si elle réagissait lors du dégagement des vapeurs, mais nous n'avons pu surprendre aucun mouvement des pétioles ou des folioles.

En résumé, d'après les observations que nous avons faites jusqu'ici, la dose de 5,3 gr. de cyanure par mètre cube (soit 0,15 gr. par pied cube anglais) est un peu forte pour la fumigation des serres. Il est préférable d'employer seulement 4,25 gr. par mètre cube (soit 0,12 gr. par pied cube anglais) ; la quantité de gaz dégagée ainsi suffit comme nous l'avons dit pour exterminer les parasites, et les plantes résistent très convenablement à la fumigation. Le procédé de l'acide prussique gazeux reste à l'étude et de nombreuses expériences sont encore désirables avec diverses espèces de plantes.

Notons encore que des plantes considérées d'une manière générale comme très délicates, ne le sont pas vis-à-vis de l'acide prussique, tandis qu'au contraire des espèces fort communes peuvent souffrir du traitement. C'est ainsi que nous avons vu les Fougères exotiques, les *Cissus discolor* résister à une dose de gaz qui attaquait les jeunes pousses des Géraniums et des Fuchsias. D'une manière générale les plantes coriaces, Palmiers, Aspidistras, etc., supportent très bien les fumigations.

Les essais relatifs à l'emploi de l'acide prussique gazeux dans les serres se font actuellement dans plusieurs pays, et des fumigations très satisfaisantes ont été exécutées dans des serres chaudes et froides aux Etats-Unis et en Angleterre. Comme plantes fumigées avec succès et non traitées dans nos essais personnels, nous citerons des Azalées, Jasmins, Polygalas, Camellias, Ericas, Oxalis, Papyrus, Violettes simples et doubles, Rosiers. Les jeunes pousses des Rosiers sont paraît-il assez sensibles au gaz. Puis l'on a obtenu de très bons résultats en fumigant des serres à légumes et à petits fruits, contenant des Tomates, Concombres, Laitues, Radis, Fraisiers, Groseillers.

Nous pensons donc que l'acide prussique gazeux est appelé à rendre de grands services en particulier aux horticulteurs, et les serres, à condition de les fumiger quelquefois pendant l'année, pourront être constamment débarrassées de leurs parasites. Le procédé étant nouveau, nous avons cru devoir l'essayer aussi dans notre pays, car nous avons la conviction que les gaz seront toujours plus employés comme insecticides, et il n'est pas logique de repousser de prime abord un traitement comme dangereux, alors qu'il est appliqué en grand, chaque jour, dans d'autres pays et que quelques précautions sérieuses permettent d'éviter tout accident.

* * *

FAUNE MYRMÉCOLOGIQUE DES NOYERS

DANS LE CANTON DE VAUD

par le Dr **Aug. FOREL.**

Dans mes *Fourmis de la Suisse* (Nouv. mém. de la Soc. helv. Sc. nat. 1874, p. 386 et suiv.; puis p. 215, 221 et 227), j'ai fait observer que trois espèces de fourmis, la *Colobopsis truncata* Spin., le *Dolichoderus (Hypoclinea) quadripunctatus* L. et le *Leptothorax affinis* Mayr vivent surtout sur les noyers, sur le tronc desquels on les voit courir, mais aussi sur les chênes et d'autres arbres. J'ai décrit la vie des deux premières espèces comme cachée. Je me suis escrimé à suivre individuellement des *Colobopsis truncata* pendant des heures, sans jamais trouver leur nid. Seul le hasard, joint à une observation attentive, m'en fit découvrir un sculpté dans la branche morte d'un poirier. C'est là que je démontrai, pour la première fois, le rôle du soldat des *Colobopsis*, rôle qui consiste à garder l'entrée du nid, un fort petit trou rond, à l'aide de sa tête tronquée et rugueuse ressemblant à l'écorce et servant littéralement de bouchon à la porte du nid qui se trouve ainsi entièrement dissimulée et fermée à tout ennemi qui voudrait s'y introduire. Le soldat-portier se retire seulement pour laisser entrer ses compagnes.

J'avais trouvé un ou deux nids de *Dolichoderus* dans des branches mortes de noyer, ce qui m'avait à moitié ouvert les yeux, mais à moitié seulement, car j'indiquai l'écorce, les noix de galle, le bois mort en général, comme servant de nid à ces espèces « cachées », passant ainsi à côté du fait fondamental.

J'avais en outre noté le mimétisme frappant des *Colobopsis truncata* et des *Dolichoderus quadripunctatus*, ainsi que leur vie pacifique, en bons voisins, vie qui est un premier pas vers ce que j'ai appelé plus tard la parabiose (Bullet. Soc. vaud. sc. nat. XXXIV, nº 130, p. 380). La parabiose a été reconnue et confirmée depuis, dans d'autres cas, par M. le professeur Wheeler à Austin (Texas), cela soit dit en passant.

Je soupçonnais donc depuis nombre d'années les trois espèces ci-dessus de vivre d'une façon quelconque sur les arbres, et surtout sur les noyers, car mes efforts pour leur trouver un nid dans la terre avaient toujours été vains, et on les voit très régulièrement courir sur le tronc des vieux noyers du canton de Vaud. Mais je quittai le pays en 1873 et le temps me manqua, ainsi que l'occasion, pour suivre la chose de plus près.

Plus tard, M. le professeur Emile Gœldi, établi au Brésil, m'écrivit avoir trouvé souvent des fourmis dans des cavités végétales, ainsi dans des tiges de *Senecio brasiliensis* et dans des bambous troués par un écureuil (nids de *Camponotus cingulatus* Mayr). Ayant alors surtout en vue les cas de symbiose décrits par Fritz Müller, Schimper et d'autres, je ne saisis pas encore la vraie portée du fait et n'y attachai pas d'importance spéciale.

En 1896, me trouvant avec mon beau-frère, M. le professeur Bugnion, à St-Antonio, au haut de la ceinture de forêt vierge tropicale de la Sierra Nevada de Santa-Marta en Colombie, je parcourais seul (M. Bugnion faisait une ascension) la savane, où je trouvais trois uniques espèces de fourmis, la *Pseudomyrma gracilis* Smith, une autre *Pseudomyrma* et le *Camponotus falco* Forel (à part les grands nids d'*Atta lœvigata* Sm.), la première en assez grande abondance (prise au filet, en fauchant), sans que je pusse arriver à découvrir leur nid. Fatigué par la chaleur, je m'assis au pied d'une des touffes de la haute graminée dont se compose la savane, et je me mis à méditer la question. Où nichent donc ces diables de bêtes ? La terre, sèche comme la marche d'une cheminée, ne laissait voir ni trou, ni rien. Du reste, les longues *Pseudomyrma*, sauf l'*elegans* Sm., ont l'habitude de vivre sur les arbres. Et toutes ces bêtes couraient par terre et grimpaient sur les tiges des graminées, ayant absolument l'air de me mettre au défi. Mais si elles ne nichent pas dans la terre, où donc, me dis-je, peuvent-elles nicher ? Pas un tronc, pas une pierre, rien que des graminées. Si elles nichaient dans les tiges ténues et cylindriques de ces dernières ? Cette idée me passa comme un trait dans la tête, mais me parut si saugrenue que j'en ris. Des fourmilières d'aussi grandes fourmis dans de pareils fétus ! Et puis comment les trouver ? Si je cassais les tiges, celles qui sont desséchées et ont la chance d'avoir une ouverture — à tout hasard. C'est absurde, mais l'absurde est parfois vrai. Et là-dessus, riant tout seul de mon idée, je me mets, en désespoir de cause, à casser les tiges de la touffe qui m'avoisine. De la première tige que je casse, je vois sortir à la queue leu leu des *Pseudomyrma gracilis* avec leurs nymphes et leurs larves. C'était vraiment drôle, car une *Pseudomyrma* devait plier ses pattes pour trouver place dans le cylindre de ces fétus, et je ne sais guère comment deux pouvaient s'y croiser.

Ce fut un trait de lumière. Je continuai à casser des tiges et découvris ainsi déjà à la troisième tige cassée le nid de la seconde espèce de *Pseudomyrma*. En quelques minutes, je trouvai de la sorte, dans les tiges sèches des graminées de la savane, un bon nombre de nids de *Pseudomyrma* avec toute leur couvée, mais pas ceux du *Camponotus falco*. Immédiatement je compris alors la portée générale du fait et je résolus d'en faire l'épreuve.

L'après-midi, je me rendis dans les broussailles qui précèdent la forêt, et là je découvris en une ou deux heures une foule de nids de fourmis les plus diverses dans les tiges sèches et creuses des buissons et des arbustes, fourmis dont j'avais vainement cherché les nids jusqu'alors, ainsi ceux des :

Camponotus Brettesi Forel, n. sp.
Camponotus brevis Forel, n. sp.
Camponotus striatus Sm.
Camponotus Zoc Forel.
Camponotus striatus Sm. r. Alfaroi Emery.
Leptothorax Dalmasi n. st. Forel.
Neoponera stipitum n. sp. Forel.
Des *Pseudomyrma*.
Une *Pheidole*.

Mon départ m'empêcha de continuer, mais aux Antilles de la Jamaïque, de Ste-Lucie, de la Martinique et de la Barbade, je trouvai ensuite, en cassant des tiges sèches, divers *Cremastogaster*, surtout le *victima* Sm., puis le *Monomorium floricola* Jord, le *Camponotus auricomus*, var. *lucianus* n. var., le *Camponotus sexguttatus* F., la *Pseudomyrma delicatula* Forel, un *Cryptocerus* et d'autres espèces encore.

C'est donc toute une faune qui fut ainsi mise à jour. Le curieux, c'est que ces fourmis vivent là, empilées les unes sur les autres dans un simple cylindre creux, avec larves, nymphes, femelles, mâles, sans aucune division en cases, ni en galeries, profitant simplement des couloirs naturels ainsi mis à leur disposition par l'atrophie de la moelle centrale des tiges desséchées. Une extrémité cassée, un rameau latéral brisé ou quelque trou percé par un insecte, leur sert d'entrée et de sortie. Elles n'ont qu'à enlever les vestiges de moelle qui peuvent rester pour agrandir leur demeure, et, si un animal la détruit, elles en ont vite trouvé une semblable. On ne saurait qu'imaginer de plus simple. J'ai déjà signalé le fait dans les Annales de la Société entomologique de Belgique, 1896, p. 167 et suiv.

Rentré dans le canton de Vaud, il se trouva que le 23 juin 1901, mon frère, M. Louis Forel, à Vaux, me sacrifia un noyer dont le tronc creux renfermait un nid de *Lasius fuliginosus*, nid sur lequel je voulais faire une expérience. L'arbre abattu me remit en mémoire la faune des noyers dont j'ai parlé en commençant, et, par une association d'idées, mes trouvailles de l'Amérique tropicale. Je me mis donc à casser les rameaux secs parmi le feuillage du noyer abattu. Et en moins d'une heure j'y découvris :

9 nids de *Dolichoderus quadripunctatus* L.
7 » *Leptothorax affinis* Mayr.
2 petits nids de *Colobopsis truncata* Spinola.

Le tout vivait exactement comme la faune myrmécologique des tiges sèches de l'Amérique tropicale, c'est-à-dire empilé dans la cavité médullaire des ramilles sèches.

J'ai rapporté la chose dans les Annales de la Soc. ent. belge, tome XLV, 1901, p. 380. Une expérience que je fis en réunissant dans un bocal les nids de chaque espèce me prouva que ceux du *Dolichoderus quadripunctatus* ne formaient qu'une même fourmilière amie (*fourmilière polydome*, c'est-à-dire à plusieurs nids), tandis que les nids de *Leptothorax affinis* formaient autant de communautés ou fourmilières ennemies. Tous ces nids renfermaient des larves, des nymphes, etc. L'extrémité cassée d'une ramille ou quelque trou latéral servait de porte.

J'avoue avoir été fort humilié d'avoir mis plus de trente-cinq ans à découvrir un fait qui se passait à ma porte, sur ces noyers cent fois explorés dans ma jeunesse, et d'avoir dû passer par les tropiques pour en trouver la clé. Restait une question. Comment ces petits insectes passent-ils l'hiver dans notre climat si peu clément ? Ne sont-ils pas tués par le gel dans leurs frêles ramilles, exposées à tous les vents, ou bien vont-ils, en hiver, dans la terre ? Dans mes *Fourmis de la Suisse*, j'avais prouvé que certaines fourmis supportent jusqu'à huit degrés centigrades au-dessous de zéro sans geler, c'est-à-dire qu'elles se réveillent après y avoir été exposées ; donc il était probable que nos habitants des noyers demeurent en place en hiver.

Cet hiver, le 19 décembre 1902, j'eus la chance de rencontrer entre Chigny et Morges trois noyers qu'on abattait dans un pré. Je m'empressai d'aller examiner leurs ramilles sèches, et en quelques instants, en les cassant, j'y trouvai :

Une femelle féconde de *Col. truncata*, seule dans une ramille creuse.
Sept nids de *Colobopsis truncata*.
Sept nids de *Dolichoderus quadripunctatus*.
Deux nids de *Leptothorax affinis*.

Par contre, sur deux noyers abattus un peu plus loin, je ne trouvai qu'un nid de *Leptothorax affinis* et un nid de *Colobopsis truncata*.

Ailleurs j'explorai les branches inférieures de trois noyers sur pied, en les tirant à moi avec le corbin de mon parapluie. J'y trouvai six nids de *L. affinis* et un nid de *C. truncata*. Un troisième noyer sur pied, exploré de la sorte, me fournit deux nids de *Colobopsis truncata*, et un quatrième (près de Renens) trois nids de cette dernière espèce, avec une ♀ ailée (le 6 janvier 1903).

Cela fait, en chiffre total, 48 nids ainsi trouvés dans onze noyers, dont six abattus et cinq sur pied (ces derniers avec douze nids). Chose curieuse, sur ce total il se trouve exactement 16 nids de chacune des trois espèces typiques. Cependant leur répartition est fort inégale, et, selon les noyers, c'est l'une ou l'autre qui prévaut. La *Colobopsis* a passé jusqu'ici pour rare. On voit combien c'est faux. Mais elle se cache plus que les deux autres, ce qui explique sans doute la chose.

Toutes ces fourmis étaient engourdies, mais se réveillèrent à la chaleur de ma chambre. Elles habitaient des rameaux secs de 5 à 25 millimètres de diamètre, selon les nids. Le fait se confirme donc de plus en plus dans sa généralité. Nos noyers ont trois espèces de fourmis habitant régulièrement dans leurs rameaux secs et ce sont toujours les mêmes. Il y a là un fait évident d'adaptation. Ces fourmis passent ainsi l'hiver engourdies, résistant dans leurs frêles demeures aériennes à tous les frimas. Je crois qu'il ne doit guère y avoir de vieux noyers dans le Canton de Vaud, où l'on ne trouve pas l'une ou l'autre de ces espèces, et je pense que la plupart en ont au moins deux. Sans doute les chênes, les poiriers et d'autres arbres possèdent aussi des nids de ces fourmis, mais d'une façon bien moins régulière. La partie centrale des ramilles de noyer s'évide très facilement et c'est sans doute cela qui, joint à quelque matière nutritive que les fourmis doivent trouver sur l'arbre, a produit cette intéressante adaptation.

On reconnaîtra facilement le *Leptothorax* à sa petite taille et à sa couleur d'un jaune plus ou moins roussâtre, selon les parties du corps ; le *Dolichoderus* à sa couleur rouge assez foncée, avec l'abdomen noir, semé de quatre taches d'un blanc jaunâtre, ainsi qu'à son métathorax surplombant et excavé derrière. Enfin la *Colobopsis*, brune, souvent rougeâtre devant, un peu plus grande que le *Dolichoderus*, a souvent une bande ou deux taches blanchâtres devant, sur l'abdomen, et se distingue par la présence de soldats à grosse tête allongée et comme coupée devant en biseau d'un coup de ciseau. Il est assez curieux que ce soit précisément le *Leptothorax affinis* et pas les autres espèces et races plus communes du genre (*Nylanderi*, *unifasciatus*, *acervorum*) qu'on rencontre dans les ramilles des noyers.

Remarquons encore que les derniers nids des *Colobopsis* trouvées engourdies étaient assez peuplés et renfermaient passablement de soldats, l'un d'eux même des mâles ailés hivernant. Ce dernier nid présentait quelques portions un peu sculptées. Un nid de *Dolichoderus* avait aussi des galeries sculptées, probablement l'œuvre de Coléoptères, galeries occupées ultérieurement par les fourmis.

Ayant soufflé le contenu entier de 12 nids de *Colobopsis truncata* dans un tube de verre, je l'ai trouvé composé de

400 ☿
77 ♃
2 ♀ (dont une ailée et une isolée).
5 ♂ (dans deux nids).

Ces chiffres semblent prouver deux choses : 1° Que la proportion des soldats est d'environ un sur cinq ou six ouvrières ; 2° que les fourmilières sont polydomes, comme chez le *Dolichoderus 4 punctatus*, puisque aucun de ces 12 nids ne possédait de femelle féconde[1]. La seule ♀ féconde que j'ai trouvée était isolée (fondatrice de nid dans une ramille).

La population moyenne de chaque nid (40 fourmis) ne donne donc nullement la mesure de celle d'une fourmilière qui, sur le même noyer, compte probablement de 10 à 20 nids, en moyenne.

Ce fait rappelle les fourmilières polydomes du *Dolichoderus bidens* de l'Amérique tropicale, dont chaque nid est construit en carton sous une feuille verte, ne constituant qu'une grande case.

Chaque noyer comprend donc une fourmilière de *Colobopsis truncata* vivant en parabiose incomplète avec une fourmilière de *Dolichoderus quadripunctatus* (elle serait complète si les deux espèces habitaient les mêmes tiges creuses), tandis que les *Leptothorax affinis* forment des fourmilières monodomes et ennemies les unes des autres et des deux autres espèces.

---

[1] Le 18 février, je retrouve sur l'un des noyers deux nids de *Colobopsis*, et dans l'un d'eux une ♀ féconde avec beaucoup d'œufs et de petites larves.

Il résulte de ces faits que la grande fourmilière monodome de *Colobopsis truncata*, décrite dans mes *Fourmis de la Suisse*, et dont le nid était sculpté dans la branche morte d'un poirier, constituait un cas exceptionnel. Le nombre des ♃ (60 sur 450 ☿) était aussi exceptionnellement bas.

Une grosse branche d'un des noyers renfermait en outre un nid de *Lasius brunneus*, sculpté dans son intérieur en partie pourri. Mais cette espèce vit un peu partout dans le bois et il ne s'agit pas chez elle d'adaptation spéciale.

Nous voyons donc la *Colobopsis truncata* profiter de cavités préexistantes dont ses soldats gardent sans doute les entrées, comme ils le font dans les nids sculptés de la même espèce. Mais cette espèce sait aussi sculpter le bois dur. Ailleurs encore, comme l'ont prouvé d'autres auteurs, elle utilise les cavités des noix de galle.

On fera bien, à l'avenir, d'examiner en tout pays les tiges et rameaux secs, lorsqu'on explorera les faunes myrmécologiques. Ils nous réservent encore des surprises.

Une expérience.

Je réunis le 7 janvier au soir les *Colobopsis truncata* de deux nids (4 soldats et 16 ouvrières) avec presque une centaine de *Dolichoderus 4 punctatus* ouvrières et deux femelles fécondes prises sur un autre noyer. Je les place ensemble dans un bocal, et je leur donne : *a)* Une ramille creuse de trois centimètres de long sur 4 millimètres de diamètre intérieur (diamètre du vide); *b)* une seconde ramille de même calibre, mais de 9 centimètres de long et fendue en long près du milieu sur 7 ½ centimètres, de façon à ouvrir le cylindre intérieur, transformé ainsi en gouttière visible du dehors; seul le dernier bout de 1 $^1/_2$ centimètre est laissé entier, mais son extrémité (α) est fermée par un petit bouchon en bois, de sorte qu'on ne peut entrer dans le bout fermé que par la gouttière. La portion fendue qui couvrait la gouttière est enlevée, et la ramille *b*, ainsi constituée, est placée subverticalement dans le bocal où je viens de souffler les fourmis. La ramille *a* est au fond, ouverte aux deux bouts.

Je place le bocal sur la table de ma chambre, fort chaude, et j'observe. Les *Dolichoderus* s'introduisent dans les ramilles ; je vois un soldat *Colobopsis* faire de même. La gouttière est ainsi occupée. Les *Colobopsis*, avec leur allure naturellement beaucoup plus vive, sont cependant évidemment agitées. On les voit courir au milieu des *Dolichoderus*, faisant souvent de légers écarts lorsqu'elles les touchent. Ces derniers semblent tout d'abord plus indifférents.

On voit les soldats courir en tout sens le long des ramilles, inquiets. cherchant un gite, mais évidemment fort déconcertés de trouver partout des *Dolichoderus*. La place n'est pas suffisante pour permettre aux *Colobopsis* de s'assembler dans un coin de ramille pour leur compte, tout étant occupé par les *Dolichoderus*. Force leur est donc, ou de rester au milieu de ces derniers, ou de s'enfuir sur le verre. Eh bien! après quelques essais infructueux et individuels de trouver autre chose, ils se résignent à demeurer au milieu des *Dolichoderus*. ne pouvant se décider à quitter le bois des ramilles pour aller sur le verre du bocal. Ce fait est extrêmement caractéristique pour la biologie de ces fourmis arboricoles.

Cependant tout n'est pas amitié pure, loin de là. Je vois à trois ou quatre reprises un *Dolichoderus* saisir sur la ramille une *Colobopsis* par la patte et la jeter (ou plutôt la laisser tomber) au fond du bocal ; c'est la façon myrmique de dire aux gens : « Va-t-en ». Même une fois je vois un *Dolichoderus* mordre plus fortement la patte d'un soldat de *Colobopsis* qui, se recourbant, le fait prestement lâcher prise. Une autre fois je vois une ouvrière *Colobopsis*, saisie de même, avoir un peu plus de peine à se débarrasser. Mais ce ne sont qu'un ou deux incidents exceptionnels. En somme on se contente de s'écarter un peu ou de se cogner plus ou moins en signe de désagrément mutuel. Finalement, faute de pouvoir faire autrement, on finit par se supporter à côté les uns des autres plutôt que de se battre et c'est là le curieux et caractéristique résultat final.

Après avoir observé ce manège de mes fourmis. devenues très vives, pendant environ deux heures, je place le bocal sur ma fenêtre (le temps est fort doux ces jours-ci). Ce matin je replace le bocal dans ma chambre et j'observe. On voit les ramilles couvertes de *Dolichoderus* un peu engourdis (ralentis dans leur allure), aplatis sur l'écorce ou au fond de la gouttière ouverte, et, parmi eux, plusieurs *Colobopsis* ☿. Au fond du bocal quelques fourmis malades; parmi elles une ♀ *Dolichoderus* et un soldat de *Colobopsis*. Les trois autres soldats doivent être cachés dans les ramilles, mais où? *Pas un seul combat*: pas une fourmi, ni morte ni vive, n'en tient une autre par la patte. Notons que les fourmis malades sont en pareil cas celles qui ont été blessées par mes manipulations de la veille.

Pour me rendre compte jusqu'à quel point les deux espèces se sont unies ou séparées dans le creux des ramilles, je sors d'abord la ramille *a*, après avoir enlevé les fourmis qui sont à sa surface et je souffle son contenu sur une assiette. Elle se trouve bourrée de *Dolichoderus*. avec un soldat et une ouvrière de *Colobopsis* en parfaite santé.

Puis j'enlève les *Dolichoderus* qui sont dans la gouttière et sur la ramille *b*, ainsi que quatre ou cinq ouvrières *Colobopsis* qui s'y trouvent aussi, et je vois à l'entrée ouverte du bout fermé de la ramille (entrée par la gouttière), la surface tronquée de la tête d'un soldat de *Colobopsis* qui

« ferme la porte », comme dans un nid naturel de *Colobopsis*. En faut-il conclure que les *Colobopsis* ont annexé le bout fermé de la ramille *b*? Pour m'en assurer, j'ôte le bouchon de bois de son extrémité, et je souffle son contenu dans une autre assiette. Eh bien! ce bout fermé de 1 1/2 centimètre de long contient deux soldats et trois ☿ de *Colobopsis*, ainsi que seize ☿ de *Dolichoderus*. Donc ici, mélange complet. Et il faut bien noter que les deux espèces de fourmis n'ont pu entrer que par la même porte, trop large il est vrai pour être entièrement fermée par la tête d'un soldat de *Colobopsis*.

Cette expérience est assez concluante. Elle prouve qu'il règne entre ces deux espèces de fourmis un support mutuel relatif, suffisant pour empêcher tout combat dangereux entre elles, et leur permettant de se côtoyer perpétuellement. Mais, d'un autre côté, ce support n'exclut pas une aversion instinctive de la vie en commun. Elles se distinguent fort bien l'une de l'autre, et chacune veut avoir son ménage ou ses ménages (polydomes) propres. Mais l'adaptation de chaque espèce à la vie arboricole est telle, que l'aversion mutuelle est surmontée par la crainte d'être éloignée de son home naturel, de la ramille de noyer.

On est donc en droit de parler d'une tendance à la parabiose. Je crois qu'en répétant l'expérience en été et en la prolongeant, on arrivera sans peine à former des fourmilières mixtes par alliance forcée de fourmis adultes, sans qu'il y ait de combat sérieux.

Recherches biologiques récentes de Miss Adèle Fielde

SUR LES FOURMIS

par le Dr **Aug. FOREL.**

Depuis trois ans Miss Adèle Fielde, à New-York, s'est mise à faire une série de recherches que j'ai toujours considérées comme devant fournir de très beaux résultats, mais qui nécessitent un temps considérable, de sorte que je n'ai jamais pu les entreprendre systématiquement. Il s'agit de suivre au jour le jour, non seulement des fourmilières en appareil, comme l'ont fait Huber, moi-même, Lubbock, Janet et d'autres, mais de suivre la conduite *individuelle* de certaines fourmis.

Mlle Fielde s'est surtout attachée à une espèce, le *Stenamma (Aphaenogaster) fulvum* Roger, var. *piceum*. Je ne veux indiquer ici que quelques-uns de ses résultats qui sont de haute importance.

1. Miss F. juxtaposa pendant un an, en les nettoyant elle-même, chaque semaine, deux fourmilières de *S. fulvum*, C. et G. Malgré l'odeur commune qui semble avoir dû résulter de la juxtaposition, l'inimitié était aussi complète au bout d'un an qu'à l'origine de l'expérience entre les habitants des deux fourmilières.

2. Deux femelles vierges, ailées, écloses le 5 août, furent fécondées le 22 août (âgées de 17 jours) par des mâles éclos depuis peu de jours et de la même fourmilière. Isolées aussitôt après, elles firent elles-mêmes tomber leurs ailes en peu de jours.

3. Une femelle vierge peut vivre, par exemple, un an sans s'accoupler, et conserver ses ailes. Si elle s'accouple alors avec un mâle éclos depuis peu (d'un an plus jeune), elle s'ôte les ailes et se met à pondre.

Mlle Fielde décrit en détail deux cas de ce genre. La lumière et la chaleur stimulent les femelles et les mâles à l'accouplement. Lorsque l'éclosion a lieu tard dans l'été, les femelles et les mâles hivernent sans s'accoupler, attendant l'été suivant, même lorsqu'ils demeurent ensemble. En effet, il découle clairement des nombreuses expériences de Mlle Fielde, que les femelles, comme l'avait montré du reste Huber le premier, s'enlèvent les ailes dès qu'elles sont fécondées, mais qu'elles les gardent indéfiniment tant qu'elles sont vierges. Là donc où, mâles et femelles demeurant ensemble, ces dernières conservent leurs ailes, Miss Fielde en conclut avec raison qu'il n'y a pas eu d'accouplement.

Il est fort important de constater ce fait, qu'une femelle vierge, conservant un an ses ailes, ne pondit pas d'œufs parthénogénétiques, tandis qu'immédiatement après l'accouplement elle se mit à pondre. Ceci tend à faire penser que les mâles proviennent, souvent au moins, comme je l'ai montré, sinon toujours, des pontes parthénogénétiques des ouvrières.

4° *Mémoire*. Le 22 août 1901. Miss Fielde sépara des nymphes de la fourmilière C. et mit à part les fourmis écloses entre le 4 et le 10 septembre. Ces fourmis ne furent mises en contact avec aucune autre, mais Miss Fielde leur donna une nymphe de *Formica subsericea* que les *Stenamma* soignèrent comme les leurs. Le 26 septembre, la *Formica* sortit de sa nymphe et continua à être amicalement soignée. Le 6 octobre, les *Stenamma* ayant un mois et la *Formica* dix jours, Miss F. sépara cette dernière de ses mères nourricières, la mettant dans une autre cellule propre, et faisant de même pour les *Stenamma*. Il faut dire ici que Miss F. nettoie les cellules de ses fourmis en les lavant à l'eau chaude et au savon, ainsi que l'éponge qu'elles contiennent, et en rinçant le tout ensuite à l'eau courante.

Le 24 novembre, après 50 jours de séparation, elle mit de nouveau les *Stenamma* dans une cellule propre et y replaça la *Formica*. Celle-ci fut prise d'une panique complète, s'enfuyant, puis mordant lorsqu'elle se croyait acculée. Les *Stenamma*, au contraire, demeurèrent toutes pacifiques. Peu à peu la *Formica* se tranquillisa, et au bout d'environ 15 jours l'ancienne amitié était revenue, avec attouchements réciproques d'antennes.

Alors Miss F. plaça deux *Stenamma* étrangères (d'une autre fourmilière) dans une cellule propre et mit la *Formica* vers elles. Immédiatement les *Stenamma* attaquèrent la *Formica* et l'eussent tuée sans l'intervention de Miss F.

Cette contre-expérience faite, Miss F. remit la *Formica* vers ses mères nourricières pendant une semaine. Puis elle la sépara de nouveau en l'isolant et en lavant les cellules de chaque part, chaque semaine.

Le 5 février 1902, c'est-à-dire après de nouveau 50 jours de séparation, elle replaça la *Formica* vers ses anciennes mères nourricières. Cette fois il n'y eut pas la moindre dispute. L'amitié, de part et d'autre, fut immédiate. Aucun symptôme de crainte, ni de répulsion ne se manifesta.

M^{lle} Fielde en conclut fort judicieusement que la mémoire des fourmis s'améliore probablement avec l'âge, à moins que la plus longue résidence de la *Formica* à sa seconde réunion avec les *Stenamma* ne soit cause de sa réaction amicale à sa troisième réunion, tandis qu'elle avait été d'inimitié à la deuxième.

Pour s'assurer que la réaction amicale des *Stenamma* aux deux rencontres n'était pas due à une indifférence générale, Miss Fielde mit une *Stenamma* étrangère dans leur cellule ; celle-ci fut aussitôt attaquée. Du reste les mêmes

Stenamma attaquèrent violemment une *Formica subsericea* étrangère (d'une autre fourmilière que celle de leur fille adoptive) le 11 juin 1902.

Cette expérience est du plus haut intérêt. Elle confirme entièrement celles que j'ai faites en bien moins complet dans mes *Fourmis de la Suisse* et celles de von Buttel-Reepen sur la mémoire des abeilles. Je la recommande tout spécialement à la méditation du Dr Albr. Bethe. Miss Fielde en a fait plusieurs du même genre avec des résultats similaires.

5° D'autres expériences, trop longues à raconter ici, Miss Fielde infère que l'odeur du père ne se propage pas à sa progéniture, mais seulement celle de la mère. Ces expériences nombreuses sont extrêmement curieuses et jettent un jour tout nouveau sur l'odeur familiale. Elles confirment aussi le fait que l'âge des fourmis modifie leur odeur tout en améliorant leur mémoire. Les vieilles fourmis sont moins facilement acceptées que les jeunes dans les alliances. Ce fait explique probablement les cas que j'ai observés à propos d'alliances entre fourmilières différentes et relatés dans mes *Fourmis de la Suisse*. J'avais fait remarquer que certaines fourmis s'acharnaient individuellement sur quelques autres, alors que le reste des deux fourmilières était déjà allié et amalgamé.

Miss Fielde arrive donc à la conclusion que l'inimitié primordiale entre fourmis de différentes colonies tient surtout à deux causes qui se combinent à tout les degrés : *a)* La différence dans la ligne de parentèle maternelle ; *b)* la différence d'âge des individus et surtout des femelles fondatrices.

Du reste, aucune de ces causes n'est absolument incoërcible, puisque d'un côté l'on peut obtenir des alliances entre espèces et même sous-familles différentes d'âges les plus divers. Il ne s'agit que de degrés. En effet, d'un autre côté, des fourmis de même lignée généalogique maternelle deviennent ennemies par le fait qu'une partie d'entre elles, et en particulier la ou les mères de la fourmilière, sont devenues vieilles et ont donné leur odeur à leur fourmilière. Mais ces causes primordiales d'inimitié ou d'amitié viennent se compliquer des causes acquises dues à l'habitude et à la mémoire.

Pour être plus sûre de l'âge de ses fourmis, Miss Fielde les marque avec de la couleur, les séparant de toute nymphe et de toute larve.

6° Miss Fielde a repris les expériences de Lubbock et les miennes sur l'effet des couleurs sur les fourmis. Elle trouve que les rayons d'ondes plus longues que le violet ne les affectent pas, et qu'elles ne paraissent voir que deux couleurs, l'une qui, pour elles, est presque égale à l'obscurité et qui va du rouge au vert, l'autre qui est pour elles la lumière qu'elles fuient et qui comprend surtout le violet et l'ultra violet. En somme elle confirme simplement nos résultats à ce sujet. Elle montre aussi qu'on peut habituer peu à peu les fourmis à la lumière et leur faire perdre ainsi leur photophobie.

LABORATOIRE D'HYGIÈNE ET DE PARASITOLOGIE DE L'UNIVERSITÉ DE LAUSANNE

ÉTUDES RELATIVES A LA MALARIA

La distribution des Anopheles dans le canton du Valais en relation avec les anciens foyers de malaria

PAR

Bruno GALLI-VALERIO et **Mme J. ROCHAZ-DE JONGH**

Communication faite à la Société vaudoise des Sciences naturelles, le 17 décembre 1902.

Après l'étude que nous avons faite sur la distribution des Anopheles dans les anciens foyers de malaria du canton de Vaud[1], il nous a semblé intéressant de pratiquer des recherches analogues dans le canton du Valais, en nous proposant de les continuer dans les autres foyers de malaria éteints ou encore en activité du reste de la Suisse.

« Le Valais, écrivait Lombard en 1879[2], est sans contredit, après le Tessin, le canton où la malaria est le plus répandue. »

Les grands marécages qui occupent une bonne partie de la plaine, la température élevée qui donne à une grande partie de cette vallée le type des vallées méridionales des Alpes, explique comment la malaria avait pu s'y fixer et y prendre une très grande extension. Les températures saisonnières moyennes indiquées dans l'excellent travail de

---

[1] Bull. Soc. vaud. sc, nat., 4e S., Vol. XLVII, 1901, p. 581.

[2] *Traité de climatologie médicale*, Paris 1879. T. 3e, p. 26.

M. Bührer sur le climat du Valais[3] sont en effet pour Martigny et Sion les suivantes :

	Hiver.	Printemps.	Eté.	Automne.
Martigny. .	— 0,3	10	18,5	9,6
Sion . . .	0,3	10,2	18,7	9,7

Il est intéressant de noter, que des jours avec une température de 20° se remarquent déjà en mars et fréquemment en octobre et que des températures dépassant 25° s'observent du mois d'avril au mois de septembre à Sion. De mai à septembre le maximum peut dépasser 30° à Martigny comme à Sion. Or, comme nous savons que pour le développement des hæmosporidies de la malaria de l'homme dans l'appareil digestif des Anopheles, il faut des températures supérieures à 16°, le climat en Valais se montre très favorable au cycle évolutif de ces parasites chez les moustiques.

Des renseignements sur la distribution de la malaria dans le Valais, publiés par Lombard, il résulte que cette maladie était très répandue dans les villages de la plaine en amont de Sion jusqu'à Sierre et au delà. Elle était au contraire peu fréquente à Sion, mais elle allait en augmentant en descendant la vallée où elle atteignait son maximum à Fully et dans les villages environnants. Elle se faisait de nouveau plus rare de Martigny à St-Maurice pour atteindre encore son maximum de St-Maurice au Léman, zone dans laquelle les villages les plus maltraités étaient Vouvry, Muraz, Colombey, Port-Valais et Bouveret. Lombard rapporte en outre que le D^{r} Beck avait noté quelques cas de malaria à Champéry (1052 m.) dans le val d'Illiez, mais il pense que ces cas doivent y avoir été importés de la plaine.

Nous avons cherché à compléter ces intéressants rensei-

---

[1] Bulletin des travaux de la Muritienne, 1898.

gnements de Lombard, par une nouvelle enquête auprès de quelques médecins du Valais et nous leur adressons ici, surtout à M. le Dr Bonvin, chef du service sanitaire du canton du Valais, nos plus vifs remerciements.

M. le Dr Bonvin nous a indiqué, comme endroits où la malaria dominait, les suivants : Viège, Rarogne, Tourtemagne, Chippis-Challais (fréquente), Grone, St-Léonard, Urier (dans les six fermes de cette localité, tout individu prenait la fièvre chaque année); Sion (plus rare, mais en 1850-60 la bourgeoisie de Sion ayant fait un partage d'une forêt d'aulnes que l'on a défrichée entièrement, située dans un terrain au couchant de la ville de Sion, on a observé dans cette ville un grand nombre de cas de malaria. Sur trois pharmaciens, l'un a vendu trois livres de sulfate de quinine en une année); Bramois (assez fréquente), Aproz, Pont de la Morges, Châteauneuf (dans quatre fermes il y avait toujours la fièvre): Plan-Conthey, Ardon, Riddes (fréquente); Leytron et Chamoson; Saxon (très fréquente), Charrat, Fully (très fréquente).

M. le Dr Calpini, de Martigny, nous écrit que la malaria existait dans toute la plaine du district de Martigny, c'est-à-dire à Martigny-Ville, Martigny-Bourg, Bâtiaz, Charrat, Fully, Saxon, Saillon, Leytron.

M. le Dr de Werra, de St-Maurice, nous dit qu'au début de sa carrière médicale, en 1870, il a entendu dire que la malaria avait régné dans la plaine de Vernayaz, depuis l'embouchure de la Dranse, sur une étendue de 200 km. environ. A la dite époque il fut appelé à donner ses soins à deux ou trois malades de paludisme à type tierce.

M. le Dr de Sépibus nous écrit n'avoir observé à Sierre, en trente ans d'exercice, que deux cas de malaria.

Pour la partie du Valais s'étendant de St-Maurice au Léman il nous manque tout renseignement, car la mort du regretté Dr Beck nous a empêché de nous en procurer et nous devons nous en tenir, à cet égard, aux renseignements fournis par Lombard.

De tout ce que nous venons d'exposer, il résulte donc que la malaria était réellement une maladie qui dominait dans le canton du Valais, du Léman à Viège, avec une intensité plus ou moins grande dans les différentes zones. Plusieurs paysans que nous avons eu l'occasion d'interroger pendant nos recherches, nous ont confirmé la chose et dit que la malaria y était connue sous la dénomination de fièvre des marais.

Il est intéressant de voir quelles formes de malaria dominaient. Suivant M. Bonvin, c'étaient surtout des tierces et des quotidiennes sans cas graves; suivant M. Calpini des tierces, quartes et quotidiennes avec des cas graves rares. La malaria souvent durait très longtemps et le public considérait comme plus longs et plus graves les cas qui débutaient au mois d'août. M. le Dr de Werra n'a observé que des cas de tierce; de même M. de Sépibus.

Ces quelques renseignements nous indiquent que le Valais présentait toutes les formes de fièvre que nous connaissons aujourd'hui, c'est-à-dire tierce légère, quarte, quotidienne ou tierce double et quarte triple, et tierce-estivo-automnale. L'existence de cette dernière forme est appuyée surtout sur l'intéressant renseignement de M. Calpini, suivant lequel le public considérait les fièvres d'août comme plus longues et plus graves. Or c'est justement à cette époque que domine la tierce grave ou estivo-automnale. Cette forme du reste n'est pas exclusive des zones très chaudes, car elle a été observée souvent par l'un de nous [1] à 850 m. d'altitude en Valteline.

Nous devons maintenant voir si le Valais est encore actuellement un foyer de malaria en activité. M. le Dr Bonvin nous écrit que la malaria a progressivement diminué dans le canton du Valais avec la canalisation du Rhône et qu'elle a presque disparu depuis 6 à 10 ans. M. Calpini dit aussi que la malaria a diminué et disparu avec l'endiguement du Rhône et l'assainissement des marais de la plaine, c'est-à-dire depuis une trentaine d'années. Actuellement on n'en observe pas, mais il y a des cas larvés sous forme de névralgies intermittentes et anémies qui guérissent sous l'action de la quinine. Suivant M. de Werra elle aurait disparu à Vernayaz en 1870, car il n'en a plus entendu parler, mais elle aurait persisté à Fully jusqu'en 1890. M. de Sépibus n'en a plus vu à Sierre depuis les cas indiqués; et M. de Werra, qui pratique depuis quelques années à Sierre, n'a vu que des névralgies qui cèdent à la quinine, surtout fréquentes à Granges, justement là où un paysan nous a affirmé que les cas de fièvre des marais étaient fréquents il y a 10 ans. M. de Cocatrix nous avait aussi assuré, il y a deux ans, qu'on n'observait plus de cas de malaria dans la zone de St-Maurice au lac Léman, et M. le Dr Dufour, qui a séjourné quelques mois à Monthey, nous écrit qu'il n'a jamais soigné de paludéens.

---

[1] *La malaria in Valtellina*, « Atti della Società per gli studi sulla malaria ». Vol. III, 1902.

Il paraît donc établi que l'on n'observe plus, dans le canton du Valais, des formes de malaria typiques, et la seule chose qu'on y note sont des névralgies et des anémies cédant à la quinine et que M. Calpini considère comme formes larvées de malaria.

Quant aux causes qui auraient déterminé cette disparition, elles sont, suivant les médecins du Valais, les travaux d'endiguement du Rhône et d'assainissement de la plaine (canalisations, colmatages), et suivant M. de Werra (de St-Maurice), l'amélioration de l'hygiène générale.

Nous avons exploré la plaine du Valais du Bouveret à Brigue, dans le but de constater si dans les foyers de malaria sus-indiqués, il existait encore des zones marécageuses, et si dans celles-ci il y avait des moustiques du genre

Anopheles. Nous diviserons la partie du Valais que nous avons explorée dans les zones suivantes : 1° De Bouveret à St-Maurice ; 2° de St-Maurice à Martigny ; 3° de Martigny à Sion ; 4° de Sion à Viège ; 5° de Viège à Brigue.

I. *De Bouveret à St-Maurice.*

Toute cette zone est riche en fossés à eau stagnante et en marécages. Fréquents surtout à Bouveret, Port-Valais et Muraz, ils sont plus rares à Vouvry, Colombey, Monthey et Massongex. Dans toute cette zone nous avons trouvé *A. bifurcatus* et *A. maculipennis.* Nous avons étendu nos recherches au val d'Illiez, vu qu'on a noté des cas de malaria à Champéry. Les deux côtés de cette vallée sont formés par des prairies en forte pente sur la Viège. Très souvent on rencontre des bassins de fontaine et des rigoles qui donnent à côté de la route des stagnations d'eau à végétation d'algues vertes. Des stagnations analogues s'observent en dessous de rochers qui surplombent sur la route ou à la base de murs de soutènement des prés. Dans quelques-unes de ces eaux stagnantes nous avons trouvé des larves et des nymphes de Culex parfois très nombreuses. Dans l'une, à côté de la route à Champéry (1052 m.), nous avons aussi trouvé des larves d'*A. maculipennis.*

Il est donc bien établi, que les larves d'Anopheles se trouvent dans le val d'Illiez jusqu'à Champéry (1052 m.). justement là où on avait signalé des cas de malaria. Nous pouvons donc, contrairement à Lombard, admettre la possibilité, que les cas observés puissent s'être manifestés sur place, dans des années à température élevée pendant l'été. M. Bührer[1] nous dit que Léon Franc, de 1856 à 1859 et de 1884 à 1885 ayant pris à Champéry les températures du 10 au 31 juillet, a trouvé des moyennes de + 18°,6, suffisantes, comme nous le savons, pour le développement des hæmosporidies de l'homme dans le corps des Anopheles.

---

[1] Loco citato.

II. *De St-Maurice à Martigny.*

De St-Maurice à Evionnaz, la campagne se présente sèche, sans véritables marécages. D'Evionnaz vers Vernayaz, on note par-ci par-là des fossés à eau stagnante et des marécages. Ceux-ci sont placés le long du chemin de fer, contre la montagne, ou le long du Rhône. Les plus grands marécages se rencontrent près de la cascade de Pissevache, à côté de la route qui va à Vernayaz. De Vernayaz à Martigny on trouve à droite et à gauche de la route de vastes marécages à roseaux. Aussi dans cette zone nous avons trouvé *A. maculipennis* et *A. bifurcatus.*

III. *De Martigny à Sion.*

En allant de Martigny vers Sion, on trouve d'abord des prairies sèches, puis de vastes marécages des deux côtés du Rhône. Ces marécages s'étendent, avec de grands fossés à eau stagnantes, du côté de Fully et de Charrat ; ils sont fréquents à Saxon et surtout à Riddes. Depuis Riddes, il y a de très grands marécages à droite du chemin de fer, vers Ardon ; ils deviennent plus rares vers Sion. Toute cette zone nous a fourni aussi *A. maculipennis* et *A. bifurcatus.*

IV. *De Sion à Viège.*

Dans cette zone les marécages sont surtout abondants de St-Léonard à Granges où il y a plusieurs fossés à eau stagnante le long de la route. Des endroits exploités comme carrières ont donné lieu à la formation de marécages à végétation d'algues vertes. De Granges à Sierre il y a aussi des fossés à eau stagnante et des marécages, surtout sur la gauche du Rhône. Au delà de Sierre, sur la gauche du

Rhône, on trouve une grande forêt de pins, au milieu de laquelle il y a un immense marécage à roseaux et à algues vertes. Par-ci par-là dans ce même bois il y a de nombreuses eaux stagnantes, et de nombreux marécages au delà du bois, à proximité de quelques maisons. Depuis ce point jusqu'à Loèche on passe dans un autre grand bois placé sur terrain sec, sans eaux stagnantes.

Autour de Loèche le sol est sec, mais il y a quelques fossés à eau stagnante, surtout le long du chemin de fer.

La campagne présente les mêmes caractères à Tourtemagne où apparaissent quelques marécages. Ils sont plus nombreux de Gampel à Rarogne, et dans ce dernier endroit ils sont serrés entre le chemin de fer et la route et entre la route et la montagne formant une vaste surface marécageuse. Le terrain est ici plus sec sur la droite du Rhône. En allant vers Viège, les marécages deviennent très étendus, pour diminuer de nouveau dans les environs de Viège.

Dans toute cette zone nous avons trouvé *A. maculipennis* et *A. bifurcatus*. et nous signalons comme habitat intéressant du premier une petite collection d'eau stagnante à végétation d'algues vertes formée dans l'exploitation d'une carrière.

V. *De Viège à Brigue.*

Immédiatement après Viège, le long de la route vers Brigue, il y a des fossés à eau stagnante et de grands marécages à roseaux. Puis on en trouve le long du chemin de fer et ils cessent seulement au Grand-Delta, en dessous de la fabrique de dynamite de Gamsen. Ensuite on retrouve une plaine avec quelques fossés à eau stagnante et quelques petits marécages, plaine qui devient sèche autour de Brigue. Les marécages entre Brigue et le Rhône ont été en grande partie comblés avec les matériaux extraits du tunnel du Simplon. Cette zone nous fournit aussi des *Anopheles maculipennis* et des *A. bifurcatus*.

Les recherches que nous venons d'exposer nous démontrent deux choses : 1° que dans toute la plaine du Valais, du Léman à Brigue, les fossés à eau stagnante et les marécages sont encore très fréquents, nonobstant les travaux d'assainissement accomplis ; 2° que dans tous ces fossés se développent *A. bifurcatus* et *A. maculipennis*, qu'on rencontre même à une altitude de 1052 m. dans le val d'Illiez. L'aphorisme qu'il n'y a pas de pays à malaria sans anopheles est donc aussi complètement confirmé pour le canton du Valais, comme nous l'avons confirmé pour le canton de Vaud.

Le fait intéressant sur lequel nous devons nous arrêter maintenant, c'est que dans le Valais comme dans le canton de Vaud et dans d'autres pays, la malaria a disparu bien qu'y persistent les agents capables de transmettre cette maladie. Comme nous l'avons vu, en effet, les médecins valaisans écrivent que la malaria a disparu du canton, au moins depuis douze années. Seulement quelques-uns insistent sur le fait que, dans les anciens foyers de malaria du canton, on observe des névralgies et des anémies qui cèdent à la quinine et qu'ils considèrent comme pouvant être une malaria larvée. Il serait extrêmement intéressant de pouvoir trancher cette question par l'examen du sang de ces malades, aujourd'hui qu'un travail de Shoo[1] a démontré en Hollande l'existence des hæmosporidies et surtout des gamètes chez des personnes se trouvant dans d'anciens foyers de malaria et ne présentant pas de symptômes de maladie. Les dernières observations de Celli et

---

[1] *La malaria in Olanda*, « Atti della Soc. per gli studi sulla malaria ». Vol. III, Roma 1902.

Gasperini[1] sur quelques parties de la Toscane jadis fortement atteintes par la malaria et maintenant considérées comme foyers éteints, les observations que nous venons de faire sur l'intéressant foyer de malaria du Lago del Piano[2], démontrent en outre que dans des foyers considérés comme éteints ou en voie d'extinction, on peut observer des cas isolés de malaria, en général très faible, apparaissant sur place parfois à des intervalles de 2, 3, 4 ans, sans toutefois avoir la diffusion de la malaria sous forme épidémique.

Quelles sont les causes qui peuvent avoir créé dans le Valais cet état de choses ? Comme nous l'avons vu, les médecins valaisans insistent surtout sur l'action favorable de l'assainissement du sol. Si les travaux d'endiguement du Rhône, les drainages, colmatages, etc., ont diminué de beaucoup le nombre des marais, il en reste pourtant encore une telle quantité, que les anopheles s'y rencontrent encore nombreux.

Nous pouvons bien admettre que l'assainissement du sol, tout en n'ayant pas fait disparaître les marécages, les a beaucoup diminués et par conséquent a diminué certainement le nombre des anopheles et aussi la possibilité des infections. Nous nous demandons aussi si le sol sablonneux du Valais, par le fait de l'endiguement du Rhône, ne prédispose pas les marais à se dessécher assez facilement, l'eau n'étant pas renouvelée, comme autrefois, par le fleuve lui-même se distribuant irrégulièrement sur la plaine. Nous savons, en effet, qu'à Sion on a sept mois sans pluie et à Martigny trois mois. On pourrait se demander, si des modifications de la température en moins pourraient avoir contribué à la disparition de la malaria ; mais si nous consultons le travail de M. Bührer, nous voyons que de 1864 à 1894, la température s'est maintenue presque toujours dans les mêmes limites : ainsi à Martigny nous trouvons une moyenne de 9°2 en 1864 et de 9°3 en 1894 ; à Sion de 9°8 en 1864 et de 10° en 1893. La même chose peut se dire par rapport à l'humidité relative qui était à Martigny de 70 en 1864 et de 76 en 1894, et à Sion de 71 en 1874 et de 74 en 1893. Quant à la hauteur d'eau tombée, elle a subi aussi très peu d'oscillations ; en effet, elle a été à Martigny de 589 mm. en 1864 et de 452 mm. en 1894, et à Sion de 595 mm. en 1865 et de 468 mm. en 1893.

---

[1] *Stato palustre ed anofelico senza malaria,* « Atti della Soc. per gli studi sulla malaria. » Vol. III, 1902, p. 115.

[2] *Il focolaio malarico dellago del Piano,* « Atti della Società per gli studi sulla malaria, » Vol. IV, 1903).

Les conditions hygiéniques générales améliorées, peuvent certainement avoir joué un rôle renforçant la résistance individuelle. Il est à se demander si l'amélioration des moyens de transport, grâce aux chemins de fer, ayant rendu moins chers les produits alimentaires les plus indispensables à la vie, n'aurait pas joué aussi un certain rôle à ce point de vue.

Nous persistons à croire que la quinine n'a pas manqué de jouer aussi dans les foyers du Valais comme dans ceux du canton de Vaud et dans quelques-uns de la Valteline un rôle sssez important. La diminution de son prix, son plus grand emploi a contribué à diminuer les cas d'infection, à faire durer moins longtemps la maladie et par conséquent a contribué à rendre moins fréquente l'infection des anopheles et la transmission des parasites de ces moustiques à l'homme.

Une dernière demande que nous pouvons nous poser, c'est si les foyers du Valais pourraient reprendre l'activité primitive. Affirmer la chose d'une façon absolue, nous ne le pouvons pas, car nous ne pouvons pas affirmer sûrement s'il existe encore ou non des cas de malaria larvée dans le Valais, où les foyers étaient encore en pleine activité il y a dix ans. Mais si nous devions comparer avec ce qui a été observé par Celli et Gasperini dans l'Italie centrale et par nous au Lac del Piano, nous conclurions par la négative. Il semble s'établir dans les zones où le paludisme disparaît, de telles modifications qui rendent sa réapparition sous forme endémique extrêmement difficile. Intéressante à noter parmi ces modifications est celle démontrée par Celli et Gasperini dans les zones de l'Italie centrale, que les anopheles de ces anciens foyers piquent très peu l'homme et quand ils piquent des individus atteints de malaria, s'infectent rarement. Nous noterons que le premier fait, nous ne l'avons pas constaté dans le Valais où en plein jour, avec une température de + 16°, un de nous a été attaqué par plusieurs *Anopheles bifurcatus* et *maculipennis*. Quant au second fait, nous n'avons pas encore pu l'expérimenter, vu les difficultés qui s'opposent à l'envoi des anopheles de ces zones dans les zones de malaria de l'Italie. La seule exception à la règle de l'extinction définitive des foyers de malaria est fournie par ceux de la Hollande, foyers qu'on considérait en voie d'extinction et qui, dans les cinq dernières années, se sont rallumés et, suivant Shoo, il est très possible qu'ils envahissent de nouveau tout le pays. Mais ici il y a probablement des raisons spéciales : avant tout ils n'étaient pas complètement éteints, il y avait beaucoup de personnes à parasites dans le sang sans présenter des symptômes de maladie et enfin il y a un nombre extrêmement grand de militaires, employés et marins qui rentrent chaque année des colonies en Hollande, atteints de malaria et qui entretiennent certainement les foyers en activité. Il suffit des années à température élevée et avec beaucoup d'anopheles, pour faire immédiatement augmenter dans ces zones le nombre des cas.

Nous ne pouvons donc pas comparer le cas de la Hollande avec ce qui s'observe dans le Valais où, même si quelques cas arrivent d'Italie ou d'autres endroits, ce sont des cas tout à fait isolés et qui ne pourront pas créer de nouveau un véritable foyer.

Pour nous, le danger le plus grave serait représenté par l'existence de cas de malaria faible, disséminés par ci par là dans le Valais, si ces cas pouvaient réellement être constatés, car échappant au traitement, ils pourraient être la source de nombreux cas si des conditions climatériques ou autres favorisant le développement des hæmosporidies chez les moustiques, devaient se présenter.

Comme mesures à prendre, nous ne pouvons que recommander le traitement énergique par la quinine de tous les cas suspects ou avérés de malaria qui peuvent se présenter aux médecins du Valais; continuer les travaux d'assainissement du sol et protéger les maisons dans les zones où les moustiques sont abondants par des treillis métalliques aux fenêtres et aux portes, ou du moins aux fenêtres des chambres à coucher, car même sans le danger de la malaria, les moustiques constituent une véritable plaie, comme on nous l'a dit, pour certaines localités de la plaine valaisanne, et ce procédé pourra éviter bien des ennuis. Quant à la destruction directe des larves dans les eaux, vu l'extension énorme des marécages du Valais, nous ne pouvons pas la conseiller. Elle pourra être appliquée seulement là où les eaux stagnantes sont en très petite quantité, en employant comme subtance larvicide surtout le pétrole.

MATÉRIAUX POUR L'ANTHROPOLOGIE DES POPULATIONS PRIMITIVES DE LA SUISSE

LES SÉPULTURES

ET LES

POPULATIONS PRÉHISTORIQUES DE CHAMBLANDES

PAR LE

Dr Alexandre SCHENK,

Privat-docent à l'Université de Lausanne.

II

Caractères ethniques[1].

Les squelettes néolithiques de Chamblandes constituent la série anthropologique la plus importante et la plus ancienne que nous possédons en Suisse. C'est pourquoi nous avons pensé qu'il serait utile d'en faire une étude détaillée. Nous avons étudié chaque crâne et chaque squelette spécialement, afin de pouvoir les comparer ensuite individuellement aux autres ossements humains de la même époque, provenant soit de stations lacustres, soit de sépultures. Ces derniers, en particulier, sont excessivement rares ; les seuls connus sont ceux du Schweizersbild et de Daschenbühl, dans le canton de Schaffhouse, ceux de Glis, en Valais, ceux du Châtelard et de Montagny sur Lutry, et enfin ceux de Chamblandes.

Les ossements du Schweizersbild et ceux de Montagny sur Lutry sont de la fin de la période néolithique : ceux du Châtelard sur Lutry et ceux de Chamblandes, au contraire, sont plus anciens et paraissent se rapporter au commencement (époque primitive de la pierre polie, ou *Tardenoizienne* de G. de Mortillet), ou, tout au moins, au milieu de cette période (*Campignyenne* de G. de Mortillet).

---

[1] La première partie de ce travail a paru dans le bulletin n° 144, vol. XXXVIII, ainsi que quelques planches et figures citées ci-après.

En réunissant et comparant les ossements de Chamblandes exhumés en 1901 à ceux qui proviennent de fouilles antérieures et que nous avions déjà sommairement décrits[1], nous obtenons une série totale se composant actuellement de cinq crânes isolés, de quinze squelettes adultes complets ou à peu près, de cinq squelettes d'enfants, et de quelques os divers, se répartissant de la manière suivante :

Corps n° 1. — Fouilles de 1894. Un crâne avec mandibule, n° 24473 du Musée cantonal d'anthropologie et d'archéologie préhistoriques.

Corps n° 2. — Fouilles de 1881. Squelette féminin âgé. N° 13663.

Corps n° 3. — Fouilles de 1894. Un crâne avec mandibule. N° 24479.

Corps n° 4. — Fouilles de 1881. Squelette masculin complet. N° 28778.

Corps n° 5. — Fouilles de 1881. Une calotte cranienne. N° 28779.

Fouilles de 1901.

Sépulture I. — La sépulture qui renfermait deux squelettes n'était pas remplie de terre, les squelettes étant parfaitement visibles après l'enlèvement de la dalle supérieure. (Pl. XXXIII, fig. 2.)

Corps n° 6. — Squelette masculin complet, (16 à 20 ans).

Corps n° 7. — Squelette féminin complet, adulte.

Au-dessous du crâne masculin se trouvaient trente-six défenses de sangliers disposées sur trois rangées de douze chacune. A l'intérieur et à l'extérieur de la sépulture, il y avait quelques fragments d'ocre rouge et jaune, ainsi que des traces de charbon.

---

[1] *Description des Restes humains provenant de sépultures néolithiques des environs de Lausanne.* Bull. Soc. Vaud. Sciences Nat. Vol. XXXIV, n° 127, pages 1 à 62.

Sépulture II. — Complètement remplie de terre, cette sépulture renfermait les squelettes de deux individus adultes masculin et féminin, ainsi que le squelette d'un enfant âgé de moins d'une année.

Corps n° 8. — Squelette masculin âgé en assez bon état.

Corps n° 9. — Squelette féminin adulte, mais jeune encore ; le crâne est fortement endommagé.

Corps n° 10. — Squelette de jeune enfant.

Au-dessous de ces trois squelettes, dans la profondeur du sol, se trouvaient des fragments de crânes et d'os longs provenant nécessairement d'une précédente inhumation. Comme objet, nous n'avons à signaler qu'une amulette en coquille méditerranéenne percée de deux trous de suspension. (Fig. 10.)

Sépulture III. — Cette sépulture, qui n'était pas complètement remplie de terre, renfermait deux squelettes adultes très bien conservés. (Pl. XXXIV, fig. 1.)

Corps n° 11. — Squelette masculin adulte, prognathisme facial accentué; le cubitus gauche est coloré en rouge par de l'ocre.

Corps n° 12. — Squelette féminin d'environ 20 à 22 ans.

Les crânes de ces deux squelettes se rapprochent par la forme et par le prognathisme de leur face du type de Grimaldi, récemment créé par M. le Dr Verneau ; les os des membres paraissent confirmer ce rapprochement.[1]

Coquille méditerranéenne paraissant avoir été percée de deux trous, mais légèrement endommagée. Une deuxième coquille percée d'un trou. Fragments d'ocre rouge et d'ocre jaune dans la région de la tête et des mains des squelettes.

Sépulture IV. — Pleine de terre, la sépulture renfermait deux squelettes adultes et un squelette d'enfant.

Corps n° 13. — Squelette masculin âgé.

Corps n° 14. — Squelette féminin jeune encore (16 à 20 ans); le crâne est fortement endommagé.

Corps n° 15. — Squelette d'enfant âgé d'environ 4 ans.

La sépulture contenait des fragments d'ocre rouge; les phalanges de la main droite du squelette masculin, ainsi qu'une mandibule, sont recouvertes d'une forte couche de cette substance; elle contenait, en outre, des petites perles en coquilles marines (fig. 11), quelques minuscules fragments de poterie, une pendeloque de collier ou jouet, en bois de cerf[1] (fig. 12); deux petites coquilles marines de Gastéropodes, percées chacune d'un trou.

Sépulture V. — Pleine de terre, avec trois squelettes :

Corps n° 16. — Squelette féminin âgé de 16 à 20 ans, en mauvais état.

Corps n° 17. — Squelette masculin âgé.

Corps n° 18. — Squelette d'enfant âgé de 8 à 10 ans.

A l'extrémité Est de la tombe avait été creusée une petite fosse renfermant un crâne parfaitement conservé et tous les os longs provenant d'une précédente inhumation.

Comme mobilier, il y avait deux coquilles marines percées chacune de deux trous de suspension (fig. 9).

Sépulture VI. — Deux squelettes en très mauvais état, ne pouvant être utilisés.

Sépulture VII. — Deux squelettes inutilisables.

Sépulture VIII. — Cette sépulture qui n'était pas remplie de terre laissait voir deux squelettes après soulèvement de la dalle de couverture.

---

[1] Les palafittes de Morges fouillés par MM. Forel père et fils ont fourni deux pendeloques à peu près identiques à celles de Chamblandes ; l'une est en grès, l'autre en bois de cerf.

Corps n° 19. — Squelette féminin âgé en très bon état; le crâne présente à première vue tous les caractères de la race de *Baumes-Chaudes-Cro-Magnon.*

Corps n° 20. — Squelette d'enfant âgé de 6 à 7 ans.

A l'intérieur de la sépulture, il y avait des morceaux d'ocre rouge et deux coquilles marines en mauvais état.

Sépulture IX. — Cette sépulture, dépourvue de dalle de recouvrement, paraissait avoir été déjà examinée ou tout au moins bouleversée; elle ne renfermait que des débris d'os inutilisables se rapportant à un squelette masculin, ainsi que des fragments d'ocre rouge.

Sépulture X. — (Pl. XXXIV, fig. 2). Deux squelettes adultes, un squelette d'enfant et deux coquilles marines percées de deux trous.

Corps n° 21. — Squelette vraisemblablement féminin, adulte, paraissant avoir été placé le premier à l'intérieur de la tombe; le crâne, qui était plein de gravier, n'est représenté que par la calotte cranienne.

Corps n° 22. — Squelette masculin âgé en parfait état.

Corps n° 23. — Squelette de jeune enfant âgé d'environ 2 ans.

Sépulture XI. — Deux squelettes et cinq coquilles marines d'assez grandes dimensions; ces coquilles devaient être portées comme plaques de collier, comme phalères ou ornements analogues des vêtements; trente-six défenses de sanglier placées sur trois rangées de douze chacune.

Corps n° 24. — Squelette adulte de sexe incertain, probablement masculin.

Corps n° 25. — Squelette de jeune individu de sexe incertain, probablement féminin.

Toutes les exhumations ayant été faites avec le plus grand soin, il n'y a eu, pour les squelettes complets, aucun mélange, de telle sorte que les corrélations squelettiques individuelles peuvent être examinées sans aucun risque d'erreurs d'attribution; d'autre part, en raison des comparaisons ou coïncidences anatomiques qui pourraient être faites ultérieurement, nous publions non seulement les moyennes, mais tous les chiffres individuels. Dans les tableaux, le même squelette sera toujours désigné par le même numéro et les séries seront ordonnées d'après la valeur croissante de l'indice céphalique.

Les mesures anthropologiques ont été prises sur les crânes au moyen du compas glissière ou du compas d'épaisseur, du ruban métrique et du goniomètre mandibulaire. d'après les *Instructions craniologiques et craniométriques de la Société d'Anthropologie de Paris*, rédigées par Broca. (Voir l'appendice.)

Les os longs ont été étudiés d'après la méthode des mensurations suivie par M. Manouvrier, professeur à l'Ecole d'anthropologie de Paris, dans ses différents travaux, et la taille a été calculée selon la technique qu'il a indiquée dans son *Mémoire sur la détermination de la taille d'après les grands os des membres*[1].

Le diagnostic du sexe a été fait, en ce qui concerne les os longs provenant de squelettes divers d'après l'ensemble des caractères, c'est-à-dire en tenant compte de la longueur et surtout de la grosseur des os, des empreintes et saillies d'insertions musculaires, des diamètres des têtes d'articulation, etc. Tous ces os ont été mesurés, en projection, au moyen de la planche ostéométrique de Broca, les fémurs en position, c'est-à-dire les deux condyles étant appuyés contre un plan vertical, les tibias sans l'épine, mais la malléole comprise; deux millimètres ont été ajoutés aux longueurs ainsi obtenues pour tenir compte de l'épaisseur des cartilages articulaires.

Les gravures intercalées dans le texte et représentant les principaux crânes ont été dessinées par nous-même, au stéréographe de Broca ; elles ont ensuite été réduites à un tiers ou aux deux tiers de leur grandeur naturelle. Les dessins des os des membres ont été faits soit par nous, soit par M. J. Gruaz, assistant au Musée cantonal d'anthropologie et d'archéologie préhistoriques ; les photographies des crânes sont dues à M. le Dr R.-A. Reiss, chef des travaux photographiques à l'Université de Lausanne. La société neuchâteloise de géographie a bien voulu mettre aimablement à notre disposition les clichés des fig. 13 à 23.

---

[1] L. Manouvrier, *La détermination de la taille d'après les grands os des membres,* « Mémoire de la Société d'anthropologie de Paris », 2me série, tome IV, 1892.

CORPS No 1. ♀.

Fouilles de 1894.

Nous possédons de ce squelette plusieurs ossements, mais comme les os des membres ont été mélangés avec d'autres, il est impossible de déterminer exactement ceux qui lui appartiennent ; aussi les étudierons-nous avec les ossements divers.

Le crâne.

No 24473 du Musée d'Anthropologie et d'Archéologie préhistoriques.

Ce crâne, mal conservé, provient probablement d'une femme adulte ; les sutures craniennes ne sont pas complètement oblitérées. L'occipital manque en partie, ainsi que les côtés du frontal, le temporal droit, la base du crâne et le squelette de la face.

Immédiatement on reconnaît un crâne dolichocéphale et, bien que le diamètre antéro-postérieur ne puisse être mesuré, l'indice céphalique ne devait pas être supérieur à 73.

La *norma facialis* montre un frontal bien développé, à arcades sourcilières bien dessinées, avec une glabelle proéminente et de grands sinus frontaux. La racine du nez est un peu enfoncée et l'espace interorbitaire large. Les bords sus-orbitaires sont rectilignes et tranchants.

La *norma lateralis* laisse voir une courbe antéro-postérieure s'infléchissant doucement à partir d'un point situé à 10 mm. au-dessus de l'ophryon ; la courbe est à peu près plane dans le quart antérieur de la suture pariétale et descend lentement depuis cet endroit jusqu'au lambda; l'apophyse mastoïde est assez grosse.

La *norma verticalis* offre une forme elliptique passablement allongée.

La *mandibule*, en mauvais état, présente une branche horizontale large et basse; le point mentonnier bien marqué n'est pas saillant; les alvéoles des incisives et des canines sont ouverts, ceux des molaires sont complètement oblitérés. La branche montante, peu élevée, fait avec la branche horizontale un angle faiblement obtus.

CORPS No 2. ♀.

Fouilles de 1881.

Le crâne.

No 13 663 du Musée d'Anthropologie et d'Archéologie préhistoriques.

Ce crâne assez bien conservé provient d'une femme âgée; ses contours sont réguliers et arrondis, ne présentant presque pas de crêtes saillantes; les os malaires manquent et les arcades zygomatiques sont brisées; les cavités orbitaires sont incomplètes. Le crâne est *sous-dolichocéphale* (*mésocéphale*, d'après la nomenclature de Francfort).

Norma facialis (fig. 13). — La vue antérieure présente à la fois un front large, fortement bombé en avant et assez élevé, indiquant un grand développement des lobes frontaux; la glabelle large et plane ne forme pas de tubérosité, elle correspond au no 0 de la nomenclature de Broca. Les sinus frontaux sont très peu développés et ne mesurent que 10 mm. d'épaisseur; les arcades sourcilières sont presque complètement nulles; les bosses frontales sont, par contre, bien développées et très apparentes.

La voûte cranienne présente une courbe régulière et bien développée; les crêtes frontales sont passablement divergentes.

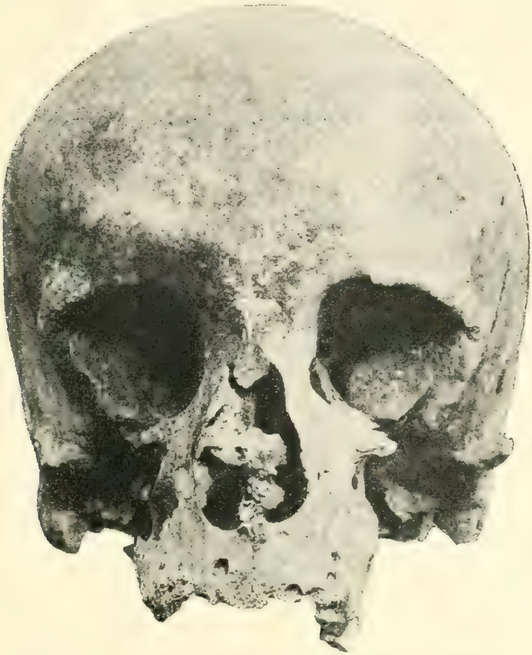


Fig. 13. — Crâne féminin n° 2. *Norma facialis.*

Les bords sus-orbitaires sont pourvus chacun d'une large échancrure; la racine nasale est très large, plate, non enfoncée; les os propres du nez sont aussi passablement larges, s'adossant suivant un angle très fortement obtus; ils forment, avec les apophyses montantes des maxillaires supérieurs, une large surface plane qui se continue directement au-dessous du front. En se détachant du frontal, en dessous de la glabelle, les os nasaux ne s'infléchissent que fort peu en avant et en haut, prenant ainsi une position faiblement oblique; l'indice nasal, malgré cet aplatissement relatif, est leptorhinien; l'épine nasale est bien développée.

L'espace interorbitaire est large; les orbites sont profondes et paraissent avoir été mésosèmes. La face — bien qu'approximativement mesurée, les arcades zygomatiques étant partiellement brisées, — était leptoprosope.

L'arcade dentaire est parabolique, les deux prémolaires gauches (la deuxième est cariée) et la troisième molaire droite sont seules présentes ; les alvéoles sont complètement oblitérés, sauf en ce qui concerne les incisives. La voûte palatine est profonde, mais relativement courte.

La *norma lateralis* (fig. 14) montre une courbe antéro-postérieure s'élevant d'abord presque verticalement jusqu'au niveau des bosses frontales, c'est-à dire jusqu'à 50 mm. au-dessus de la racine du nez. Elle s'incline ensuite insensiblement jusqu'au bregma en décrivant une courbe aussi élégante que régulière ; mais à partir de ce point elle subit une légère dépression pour rester plane dans la moitié antérieure de la suture sagittale, puis, s'infléchissant en bas et en arrière, elle descend obliquement jusqu'au lambda, mais l'écaille de l'occipital n'étant pas projetée, elle se continue régulièrement jusqu'à 50 mm au-dessous du lambda ; là, elle change de nouveau de direction pour gagner l'inion d'abord, et le trou occipital ensuite ; mais dans cette dernière région la courbure est très peu accentuée. La saillie iniaque est fort restreinte ; par contre, la ligne courbe supérieure est bien marquée ; la ligne temporale est peu élevée, les apophyses mastoïdes petites. Les fosses temporales sont également peu développées.

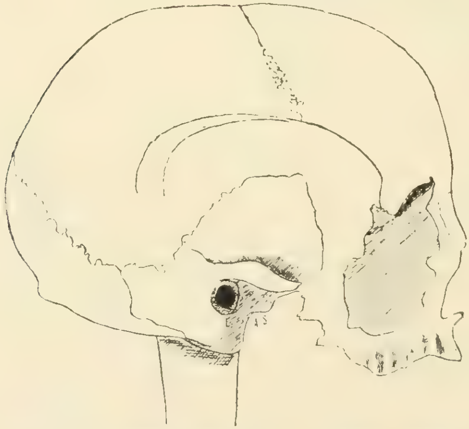


Fig. 14. — Crâne féminin nº 2. *Norma latéralis.*

La vue de profil permet encore de constater les saillies que déterminent les bosses frontales, mais la forme du ptérion ne peut être déterminée, les sutures dans cette région étant complètement synostosées,

Norma verticalis (fig. 15). — La vue d'en haut offre une courbe régulièrement ovale, sans saillie appréciable des bosses pariétales, mais le développement transversal de la boîte cranienne paraît presque aussi grand à la région frontale qu'à la région pariétale ; la différence n'est, en effet, que de 16 mm. Cette vue permet, en outre, de constater une légère dépression post-coronale, dirigée parallèlement à cette suture.

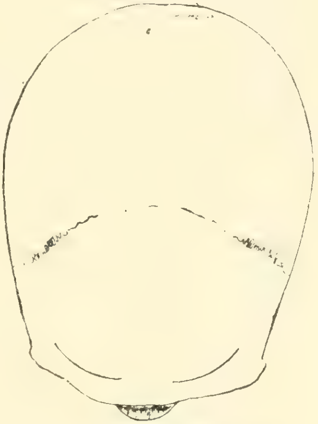


Fig. 15. — Crâne féminin nº 2. *Norma verticalis.*

Le crâne étant fortement orthognathe, la région nasale seule est aperçue dans cette vue.

Norma posterioralis (fig. 16). — La vue postérieure présente un contour supérieur arrondi, régulier et bien développé, mais les côtés latéraux, presque verticaux, convergent en bas.

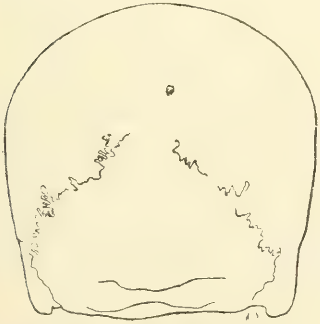


Fig. 16. — Crâne féminin nº 2. *Norma posterioralis.*

Norma basalis. — La vue inférieure nous présente les grandes dimensions tant antéro-postérieures que transversales du trou occipital qui a la forme d'un rhombe.

Sutures craniennes. — La *suture métopique* est complètement synostosée; il en est de même de la *suture sagit-*

tale. La *suture coronale* est complètement oblitérée dans sa région médiane ; sur les côtés elle appartient, au point de vue de sa complication, au nº 5 de la nomenclature de Broca. La *suture lambdoïde* est moins fermée que les autres ; elle correspond sous le rapport du degré de soudure au nº 3 et sous le rapport de la complication au nº 5 de Broca ; la synostose est moins accentuée dans la région de l'astérion qu'ailleurs. La *suture écailleuse* est parfaitement conservée ; mais, par contre, les sutures de la région ptérique manquent totalement.

Mandibule. — Le maxillaire inférieur présente un point mentonnier saillant, la branche horizontale est large et courte, la verticale basse mesure 60 mm. ; l'angle de la mâchoire est obtus, les molaires manquent et leurs alvéoles sont oblitérés ; les incisives et les canines sont fortement usées. Les apophyses géni sont très développées.

Capacité cranienne. — Calculée par le procédé de l'indice cubique, la capacité de ce crâne est élevée et atteint 1554 cm³. Avec la graine de moutarde le chiffre moyen obtenu est de 1505 cm³, chiffre assez considérable si l'on tient compte de la capacité moyenne du crâne féminin dans les races européennes, capacité qui est à peu près de 1400 cm³.

En calculant le poids du cerveau au moyen de la fraction 0,87 obtenue par M. Manouvrier[1] (c'est-à-dire en multipliant la capacité cranienne par 0,87), fraction qui exprime, d'après les recherches de ce savant anthropologiste, le rapport du poids de l'encéphale à la capacité cranienne, on obtient le chiffre de 1309 grammes. comme représentant le poids probable du cerveau de la femme nº 2 de Chamblandes.

---

[1] L. Manouvrier. *Sur l'interprétation de la quantité dans l'encéphale et dans le cerveau en particulier.* « Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris ». 2me série. Tome III. 2me fascicule, page 161.

Rayons et angles auriculaires.

Rayon maxillaire	100 mm.
» nasal	101
» sus-orbitaire	108
» bregmatique	118
» lambdoïdien	103
» iniaque	76
» opisthiaque	32
Angle facial	38,5°
» sous-cérébral	8
» frontal cérébral	55
» » total	63
» pariétal	59
» occipital cérébral	33
» » cérébelleux	34
» » total	67
» cranien total	171

Par sa forme générale ce crâne paraît se rapprocher beaucoup des crânes féminins 1. 3. C. de Bramabiau, Dufort et Rousson, si bien étudiés par M. Gabriel Carrière dans ses *Matériaux pour servir à la paléoethnologie des Cévennes*. Il s'en différencie seulement par l'absence de prognathisme alvéolaire et dentaire. Voici, en effet, d'après M. Carrière, les caractères morphologiques de ces crânes : « Front haut, étroit, presque droit, les sinus frontaux étant à peine accusés par une très légère saillie, arcs sourciliers à peine marqués. Arcades zygomatiques peu saillantes, os nasaux peu proéminents.

» Type sous-dolichocéphale.

» Il faut noter aussi l'existence d'une légère dépression post-coronale dirigée parallèlement à cette suture, dépression que j'ai remarquée d'ailleurs fréquemment sur des crânes anciens [1]. »

Ces caractères, on le voit, s'appliquent absolument à notre crâne et il est intéressant de constater une aussi frappante analogie chez des crânes d'une époque à peu près identique, mais provenant de contrées passablement éloignées.

Os divers.

A part le crâne, le squelette du corps n° 2 est représenté par un certain nombre d'os dont quelques-uns sont en bon état, soit : un fémur entier et un fragment de fémur, deux tibias entiers, deux humérus et un radius entiers, ainsi que les deux clavicules. Les omoplates et les os iliaques sont présents, mais fortement endommagés ; il y a aussi quelques vertèbres intactes.

Clavicules. — Les deux clavicules mesurent : celle de gauche 125 et celle de droite 130 mm.

Humérus. — Les deux humérus sont forts, avec saillies d'insertions musculaires bien développées ; il n'y a pas de perforation olécranienne.

Radius. — Le radius droit est bien conservé ; sa longueur est de 210 mm.

Fémurs. — Les fémurs ne présentent aucune particularité au point de vue de la platymérie et de l'indice pilastrique ; mais, par contre, ils sont fortement incurvés et l'angle d'inclinaison de la diaphyse est très petit.

Tibias. — Les deux tibias sont caractérisés par une platycnémie assez accentuée et par une légère rétroversion de la tète d'articulation fémorale. La maléole est aussi un peu inclinée de haut en bas et de dehors en dedans. Il existe de légères facettes astragaliennes.

---

[1] Gabriel Carrière, *Matériaux pour la paléoethnologie des Cévennes*. Supplément au « Bulletin de la Société d'étude des sciences naturelles de Nimes, » 1893, p. 27.

Taille.

Un fémur, longueur	= 387	mm.	+ 2	taille cadavre	$1^{m}490$
Tibia gauche »	= 319	»	+ 2	» »	1.519
» droit . »	= 325	»	+ 2	» »	1.537
Humérus gauc. »	= 275	»	+ 2	» »	1.476
» droit »	= 275	»	+ 2	» »	1.476
Radius droit »	= 210	»	+ 2	» »	1.547
					9.045

Taille moyenne du cadavre = $1^{m}508$
» » vivant = $1^{m}508$ — 20 = **$1^{m}488$.**

CORPS N° 3. ♂.

(Fouilles de 1894.)

Le Crâne.

N° 24479 du Musée d'Anthropologie et d'Archéologie préhistoriques.

L'aspect général de cette pièce indique un crâne masculin, solide et bien développé; les apophyses et les lignes d'insertion musculaires sont bien marquées. Les os de la base du crâne, la moitié du pariétal gauche, le temporal gauche et la même moitié du squelette de la face manquent.

Norma facialis. — Vu de face, le crâne présente un front droit et bombé en avant, assez large, à bosses frontales latérales peu développées. Les arcades sourcilières sont bien marquées et la glabelle est légèrement proéminente. Les sinus frontaux sont plutôt restreints. La crête sagittale bien nette, malgré la présence de la suture métopique, n'est cependant pas très développée. La voûte cranienne présente un contour légèrement ogival. Les lignes temporales bien marquées sont peu divergentes. L'indice stéphanique atteint 86,72,

Les bords sus-orbitaires sont à peu près rectilignes, minces, tranchants, avec une échancrure remplaçant les trous sus-orbitaires; les orbites sont rectangulaires, transversalement dirigées, microsèmes. La racine du nez non déprimée est étroite; les os nasaux étaient, à en juger par les fragments qui existent encore, projetés en avant, mais cependant la forme du nez ne peut être nettement déterminée. L'os malaire droit est massif, épais, saillant, de configuration grossière, projeté en dehors, et devait constituer une face large. Les apophyses orbitaires externes du frontal sont déjetées en dehors pour rejoindre l'apophyse montante de l'os malaire et contribuer, de cette façon, au développement en largeur de la face.

Norma lateralis (fig. 17). — Vu de profil, le crâne est élevé; la face, en se basant sur la seule présence de l'os malaire droit et d'une partie du maxillaire supérieur du même côté, semble avoir été légèrement prognathe. La racine du nez est à peine déprimée; les arcades sourcilières assez bien développées constituent un bourrelet à la base du front. Le développement de la glabelle correspond au n° 2 de la nomenclature de Broca. La courbe antéro-postérieure, d'abord concave de la glabelle au métopion, forme en ce point une légère saillie, puis s'incurve régulièrement jusqu'au bregma. La courbe est plane jusqu'au point situé à l'union du tiers antérieur et des deux tiers postérieurs de la suture sagittale; elle descend, de ce point, régulièrement, et un peu obliquement, jusqu'au lambda. La partie cérébrale de l'occipital est très légèrement projetée en arrière; à trois centimètres au-dessous du lambda, la courbe change de direction pour s'infléchir en bas, pour gagner l'inion d'abord et enfin le trou occipital : la courbe sous-iniaque paraît avoir été à peu près droite et faiblement inclinée sur le plan alvéolo-

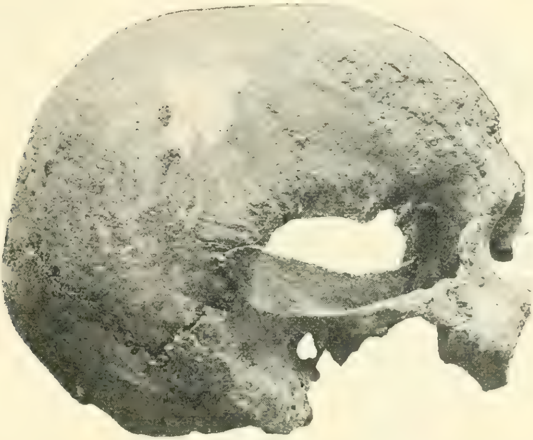


Fig. 17. — Crâne masculin n° 3. *Norma lateralis.*

condylien. Les apophyses mastoïdes sont bien développées.

La vue de profil permet encore de constater la forme normale du ptérion (ptérion en H), les saillies que déterminent les bosses frontales, la profondeur de la fosse temporale et le fort développement des arcades zygomatiques. Les lignes musculaires temporales sont bien marquées et passablement élevées.

Norma verticalis (fig. 18). — Comme sur le crâne quaternaire de Chancelade, si bien étudié par M. le professeur Dr Testut, la vue d'en haut permet de constater que la forme du crâne n'est pas tout à fait celle d'un ovale, « mais celle d'un quadrilatère allongé, d'un rectangle par conséquent, dont les bords latéraux sont presque rectilignes et dont les bords antérieur et postérieur sont plus ou moins arrondis. »[1]

C'est, autrement dit, la forme dolichopentagonale de la race de Cro-Magnon. L'arcade zygomatique est très faible-

---

[1] Dr Testut. *Recherches anthropologiques sur le squelette quaternaire de Chancelade (Dordogne).* « Bulletin de la Société d'Anthropologie de Lyon ». Tome VIII, 1889, page 146.

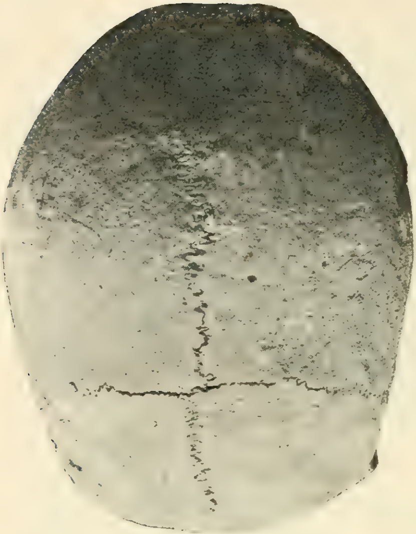


Fig. 18. — Crâne masculin n° 3. *Norma verticalis.*

ment visible sur le côté droit du crâne, grâce au fort développement transversal de sa région antérieure. Les bosses pariétales sont faiblement marquées.

Norma posterioralis (fig. 19). — Cette vue montre encore un crâne élevé, à sinciput conique, faiblement hypsicéphale. Les bosses cérébrales de l'occipital forment une légère saillie et la dilatation transversale de cet os est assez grande. La région sous-iniaque fait en partie défaut. Les parois latérales sont verticales.

Sutures craniennes. — Voici quel est, sur ce crâne, l'état des sutures :

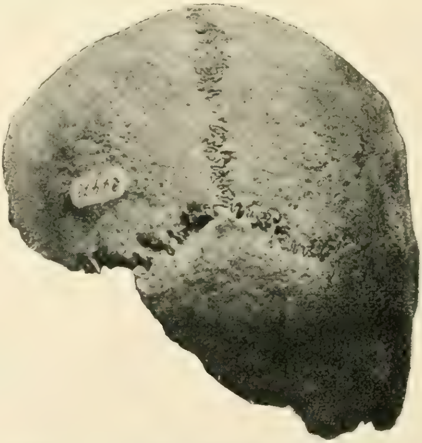


Fig. 19. — Crâne masculin n° 3. *Norma posterioralis.*

La *suture métopique* est entièrement ouverte et relativement compliquée : les *sutures sagittale*, *coronale* et *lambdoïde* sont absolument ouvertes ; il en est de même de la *suture écailleuse* : elles correspondent, sous le rapport du degré de complication, au n° 5 de la nomenclature de Broca. Il n'y a pas d'os wormiens.

Mandibule. — Le maxillaire inférieur qui correspond à ce crâne est en mauvais état et ne permet malheureusement pas de prendre des mensurations. Toutefois, la branche horizontale, large et passablement élevée, présente un point mentonnier proéminent, des apophyses géni bien développées. Les molaires sont bien conservées, les alvéoles des canines et des incisives, ouverts, sont profonds. La branche montante est courte et fait un angle fortement obtus avec la branche horizontale.

Par sa forme générale, ce crâne offre beaucoup d'analogies avec le crâne masculin A de la grotte de Rousson, décrit par M. Gabriel Carrière[1].

Il est intéressant de constater que ce crâne présente un certain nombre de caractères qui le rapprochent des crânes de la race de *Laugerie-Chancelade* et des crânes d'Esquimaux actuels[2]. Serait-ce donc un descendant de la deuxième race quaternaire, c'est-à-dire un représentant de la race dolichocéphale néolithique ancienne que M. Georges Hervé a proposé de désigner sous le nom de race de *Baumes-Chaudes-Cro-Magnon?* Cela n'a rien d'impossible et, pour mon compte, je suis assez tenté de le croire. Ce fait est d'autant plus intéressant que, jusqu'ici, aucun crâne se rattachant à cette race n'avait été signalé en Suisse. Il prouverait donc bien que la race quaternaire magdalénienne a habité l'ancienne Helvétie et que, probablement, c'est elle qui occupait les stations de cette époque, en particulier celles du Veyrier, au pied du Salève, et du Scé, près de Villeneuve, stations qui nous ont fourni des débris de l'industrie magdalénienne.

---

[1] *Matériaux pour la paléoethnologie des Cévennes*, pages 18 et 19.

[2] A. Schenk, *Note sur deux crânes d'Esquimaux du Labrador*. « Bulletin de la Société Neuchâteloise de Géographie ». Vol. XI. — Le crâne nº 2, en particulier, à part la dolichocéphalie plus accentuée, présente un certain nombre de caractères analogues à ceux du crâne nº 3 de Chamblandes.

CORPS No 4. ♂.

(Fouilles de 1881.)

N0 28778 du Musée d'Anthropologie et d'Archéologie préhistoriques.

A la limite extrême de la propriété Barbey, à Chamblandes, A. Morel-Fatio a mis à découvert, en 1881, une tombe dont le couvercle plus soigneusement aplani que les autres avait empêché l'infiltration des terres[1].

Là reposait le squelette intact d'un homme, le crâne placé sur le côté gauche, les vertèbres rangées encore le long de la paroi nord, les côtes en place, les fémurs et les tibias repliés et se confondant presque avec les os du bras.

Le crâne.

Cette pièce est excessivement bien conservée, toutes les mesures du crâne et de la face ont pu être prises. Comme il est complet et que l'on possède le squelette de l'individu dont il fait partie à peu près intact, il présente une très grande importance. La mandibule, elle aussi, est absolument intacte.

Le crâne a appartenu à un sujet masculin, adulte, mais jeune encore, car toutes les sutures sont ouvertes, et les dents de sagesse font défaut à la mâchoire inférieure, ainsi qu'au maxillaire supérieur gauche.

Par sa forme générale, ce crâne *dolichocéphale* (mésocéphale) — l'indice céphalique atteint 75,34 — paraît se rattacher à ceux que l'on est convenu de désigner depuis Hamy[2] sous le nom de *dolichocéphales néolithiques* et que M. Georges Hervé classe dans son *type de Genay*. Beaucoup de ses caractères se rapprochent en effet de ceux de la grande race dolichocéphale et blonde du nord de l'Europe, généralement connue sous les noms de race kimrique, germanique ou kymro-germanique.

---

[1] A. Morel-Fatio, *Sépultures des populations lacustres, Chamblandes, près Pully, Suisse* « Matériaux pour l'histoire de l'homme » Tome 17, p. 67.

[2] *Bulletin de la Société d'anthropologie de Paris.* 1869, page 91.

Norma facialis (fig. 20). — La vue de face montre un front bien développé, ne s'élargissant que faiblement en montant, les crêtes temporales du frontal étant, en général, peu divergentes; les deux diamètres frontal minimum et stéphanique ne présentent pas une très grande différence de longueur. Les arcades sourcilières sont peu développées, mais constituent cependant une glabelle légèrement proéminente, la saillie correspond au n° 1 de la nomenclature de Broca; elles sont plus développées du côté interne (médian) que du côté externe; les bosses frontales sont bien marquées. Dans cette vue, le contour du crâne présente une courbe régulière, très faiblement ogivale.

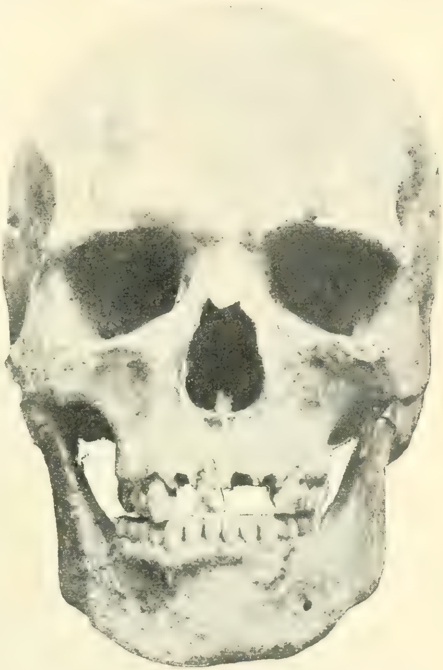


Fig. 20. — Crâne masculin n° 4. *Norma facialis.*

Les bords sus-orbitaires sont minces, tranchants, pourvus de deux échancrures sus-orbitaires; les orbites sont profondes, rectangulaires, fortement microsèmes (indice 76,32), transversalement dirigées. La racine du nez, légèrement enfoncée, est étroite, l'espace interorbitaire large, les os nasaux sont projetés en avant et s'adossent suivant un angle aigu. L'ouverture nasale, haute et étroite, indique un nez leptorhinien (indice 45,09).

La face, quoique haute, est cependant très élargie, grâce au fort développement des os jugaux. L'arcade alvéolaire est régulièrement développée ; sauf la deuxième incisive et la troisième molaire droites et les deux incisives gauches, toutes les dents existent et sont en parfait état de conservation, l'usure est presque nulle. L'absence des dents qui manquent est certainement posthume, car les alvéoles sort largement ouverts et ne présentent aucune trace de cicatrisation.

Norma lateralis (fig. 21). — La vue de profil montre un crâne légèrement prognathe ; l'épine nasale est saillante et bien développée ; la racine du nez est faiblement déprimée ; la saillie iniaque existe et correspond au n° 2 de la table de Broca.

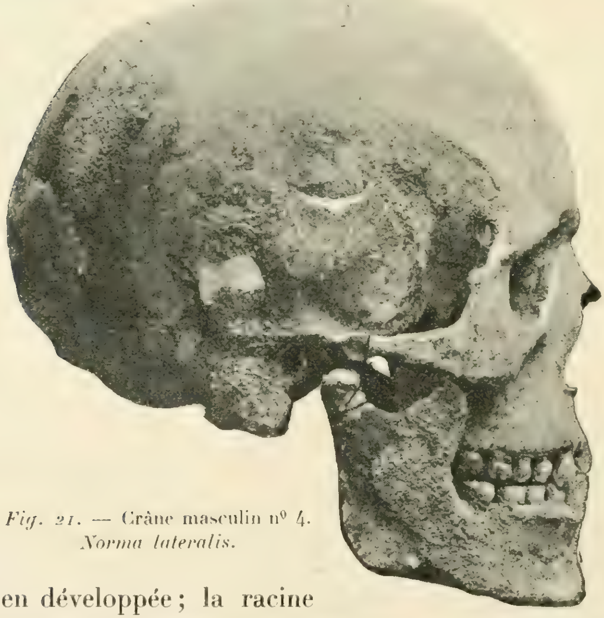


Fig. 21. — Crâne masculin n° 4.
Norma lateralis.

La courbe antéro-postérieure de la voûte cranienne s'élève un peu obliquement à partir de la glabelle pour s'incurver régulièrement du métopion jusqu'au bregma. A partir de ce point la courbe s'incline doucement jusqu'au milieu de la suture sagittale pour descendre ensuite brusquement et obliquement jusqu'au lambda. Sans former de chignon dans la région sus-occipitale, la courbe se continue jusqu'à l'inion, après quoi elle se dirige en bas et en avant, en formant une faible convexité, assez forte cependant pour empêcher les condyles de l'occipital de reposer sur un plan horizontal.

Les apophyses mastoïdes sont bien développées; il en est de même des arcades zygomatiques et des fosses temporales; les lignes musculaires temporales ne sont pas très élevées et le ptérion est normal.

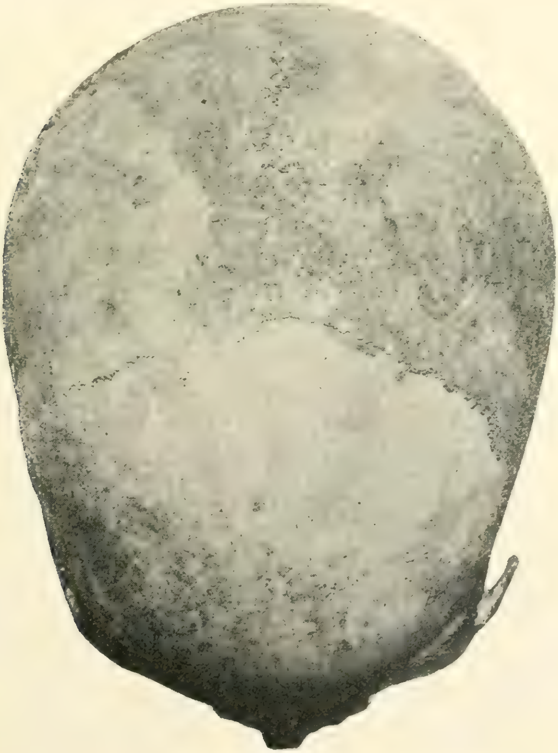


Fig. 22. — Crâne masculin nº 4. *Norma verticalis.*

Norma verticalis (fig. 22). — Vu d'en haut, le crâne présente une forme ellipsoïde dont l'extrémité antérieure est un peu plus rétrécie que l'extrémité postérieure. Les bosses pariétales sont bien développées et les bosses frontales nettement distinctes. Les arcades zygomatiques sont faiblement apparentes (phénozyges).

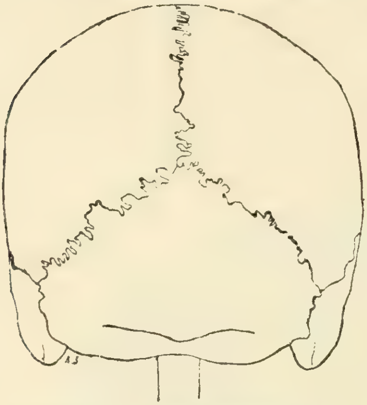


Fig. 23. — Crâne masculin n° 4. *Norma posterioralis.*

Norma posterioralis (fig. 23). — La vue postérieure permet de prendre connaissance de l'élévation assez grande de la voûte du crâne. La saillie des bosses cérébrales de l'occipital est bien marquée; cet os présente un très fort développement transversal à l'union de ses régions cérébrale et cérébelleuse. Les lignes courbes occipitales supérieures et inférieures sont nettement accusées. L'inion et la crête occipitale externe sont bien marqués.

Norma basalis. — Le trou de l'occipital a la forme d'un rhombe et présente de très grandes dimensions; les condyles de l'occipital sont gros; la voûte palatine est profonde, parabolique, régulièrement développée; la vue inférieure montre encore un aplatissement assez marqué de la base du crâne.

Sutures craniennes. — La *suture métopique* est entièrement fermée; la *suture sagittale* est complètement ouverte, aussi bien sur la face interne que sur la face externe du crâne; elle est fort complexe et paraît répondre au n° 4 de la nomenclature de Broca; au niveau de l'obélion cette suture se simplifie sur une longueur de 20 mm.

La *suture lambdoïde* présente les mêmes caractères que la suture sagittale ; comme cette dernière, elle est parfaitement conservée sur les deux faces de la boîte osseuse.

Tandis que les deux sutures précédentes sont relativement compliquées, la *suture coronale* l'est excessivement peu ; c'est à peine si elle présente quelques dentelures sur ses parties latérales, un peu au-dessus du stephanion ; partout ailleurs, sous le rapport du degré de complication de la suture, elle rappelle le n° 2 du tableau de Broca ; mais, au point de vue de son degré de conservation, elle est encore, comme les sutures précédentes, ouverte dans sa totalité sur la face endocranienne aussi bien que sur l'exocrâne. La *suture écailleuse*, qui est une des dernières à s'ossifier, est aussi bien conservée ; il en est de même des sutures qui constituent le ptérion. Enfin, il existe un gros os wormien à l'astérion droit.

Le fait que toutes les sutures sont absolument ouvertes nous prouve bien, comme l'absence de trois dents de sagesse qui n'ont pas encore fait irruption, que le squelette de Chamblandes est celui d'un jeune individu. Du reste, nous constaterons en étudiant les os des membres que souvent les épiphyses sont incomplètement soudées à la diaphyse.

Mandibule. — Le maxillaire inférieur, comme le crâne, est excessivement bien conservé ; il ne lui manque aucune partie et toutes les dents sont intactes. Il présente une très forte ossature bien que les lignes d'insertion musculaire soient peu marquées ; sa branche horizontale est haute, large et épaisse ; le point mentonnier est proéminent, la ligne symphysaire concave, faiblement dessinée ; le menton est large. La branche montante est large, l'échancrure sigmoïde présente de grandes dimensions. L'angle goniaque, arrondi à son sommet, est obtus. L'arcade dentaire est hyperbolique. Les apophyses géni, plutôt petites, sont placées l'une à côté de l'autre. Les dents sont normales et ne présentent rien de particulier.

Capacité cranienne. — La capacité cranienne, calculée d'après la méthode de l'indice cubique, est de 1592^{cm3}; elle est donc relativement grande. Le crâne étant en bon état, cette capacité a été mesurée aussi avec du plomb de chasse n° 8, d'après le procédé régularisé de Broca ; une série d'expériences nous a donné un chiffre moyen de 1582^{cm3}, les variations n'ayant jamais excédé 5^{cm3}. Ce chiffre, on le voit, est voisin de celui obtenu par la méthode de l'indice cubique de M. Manouvrier.

En multipliant le chiffre de 1582^{cm3} par la fraction 0,87, nous arrivons au chiffre de 1376 grammes, comme représentant le poids probable de l'encéphale chez l'homme n° 4 de Chamblandes. Nous voyons ainsi que le développement du cerveau était bien en rapport avec celui de la boîte osseuse qui le renfermait.

Rayons et angles auriculaires.

Rayon maxillaire	102 mm.
» nasal	102
» sus-orbitaire . . .	110
» bregmatique . . .	126
» lambdoïdien . . .	112
» iniaque.	80
» opisthiaque . . .	35
Angle facial	39°
» sous-cérébral . . .	7
» frontal cérébral . .	57
» » total . . .	64
» pariétal	55
» occipital cérébral .	38
» » cérébelleux.	32
» » total . .	70
» cranien total . . .	182

Le tronc.

Colonne vertébrale. — La colonne vertébrale est à peu près intacte, mais ne présente rien de particulier, si ce n'est peut-être un léger aplatissement de la moitié inférieure de la région lombaire. Les vertèbres elles-mêmes ne présentent aucun caractère intéressant; il n'y a pas de traces d'apophyses styloïdes sur les vertèbres lombaires ou sur les fausses dorsales; toutes les vertèbres de la région cervicale présentent la bifidité de l'apophyse épineuse.

Le sacrum est normal et bien développé, sa largeur maxima atteint 111^{mm}. Il faut toutefois remarquer que les deux premières vertèbres ne sont pas encore soudées entre elles et avec la troisième. La région coccygienne fait défaut.

Thorax. — Le *sternum* est complet; il mesure 137mm, dont 48 pour le présternum. Le mésosternum se trouve encore composé de deux pièces nettement séparées, l'une supérieure, mesurant 59 mm. de long, l'autre, l'inférieure, qui mesure 30 mm. seulement. Le manubrium a une largeur maxima de 50 mm., la première pièce du mésosternum 38 mm. et la deuxième 30 mm.

Les *côtes* sont, en général, en assez bon état, mais ne présentent aucun caractère spécial; l'indice thoracique ne peut être facilement calculé, mais le thorax était normalement développé.

Les membres.

Squelette du membre supérieur.

Le squelette du membre supérieur est représenté par les deux omoplates, les deux clavicules, les deux humérus, les deux cubitus et les deux radius. Le squelette de la main est incomplet.

La *ceinture scapulaire* est à peu près intacte : seule, la partie inférieure de l'omoplate droite fait défaut.

Omoplates, — Les deux omoplates paraissent avoir été robustes et ont donné insertion à des muscles vigoureux.

Les bords des omoplates n'étant pas absolument entiers, les mensurations exactes de ces os n'ont pas pu être faites.

Clavicules. — Les deux clavicules sont en parfait état et légèrement aplaties dans le sens antéro-postérieur ; les empreintes musculaires sont bien accusées, surtout sur la clavicule droite. Elles mesurent :

	Gauche	Droite
Longueur totale	137 mm.	130 mm.
Diamètre vertical mesuré à sa partie moyenne	13 »	15 »
Diamètre antéro-postérieur. . . .	9 »	10 »

Humérus. — Les deux humérus sont excessivement bien conservés ; les empreintes musculaires sont bien développées ; il faut noter aussi une légère incurvation du quart supérieur de l'os, la saillie et l'étendue assez grandes du V deltoïdien et l'aplatissement de la face postéro-interne de l'os. La perforation olécranienne existe sur les deux humérus, mais elle est beaucoup plus grande sur l'humérus gauche que sur l'humérus droit. Les épiphyses supérieures sont incomplètement soudées aux diaphyses.

Cubitus. — Le cubitus droit est brisé à son extrémité inférieure, mais le gauche est intact ; le cubitus droit présente deux légères courbures : une courbure *latérale* occupant le tiers inférieur de l'os et une courbure *antéro-postérieure*, concave en avant ; cette dernière est beaucoup moins développée sur le cubitus gauche. Celui-ci mesure :

	mm.
Longueur.	250
Hauteur du bec de l'olécrane au plan horizontal .	44
» du sommet de l'apophyse coronoïde . .	48
» de la cavité sigmoïde	35

Radius. — Le radius gauche est complet; il mesure 224 mm., l'extrémité inférieure du radius droit fait défaut.

Squelette du membre inférieur.

Bassin. — Le bassin est à peu près intact, aussi va-t-il nous permettre de prendre quelques mensurations intéressantes[1] :

	mm.
Largeur maxima du bassin	269
Hauteur maxima du bassin	205
Largeur biiliaque	246
Largeur biiliaque inférieure	197
Largeur sous-cotyloïdienne	116
Diamètre sacro-pubien	93
Diamètre sacro-sous-pubien	106
Diamètre transverse maximum du détroit	120
Diamètre oblique du détroit	112
Diamètre sacro-pubien inférieur	98
Largeur biischiatique	82
Largeur maxima du sacrum	111
Hauteur de la face antérieure ou pelvienne du sacrum	108
Flèche de l'arc formé par la concavité du sacrum	24
Hauteur articulaire de la symphyse pubienne	37

Ces mensurations nous ont donné les rapports suivants :

Indices.

Indice général du bassin ou indice pelvien	131,22
Rapport de la hauteur maxima à la largeur maxima = 100	76,21
Rapport de la largeur sous-cotyloïdienne à la largeur maxima = 100	43,12
Indice du détroit supérieur	77,5
Rapport de la flèche à la hauteur du sacrum = 100	22,22

---

[1] Voir l'appendice.

L'ossature du bassin est puissante et robuste, les lignes courbes et autres empreintes des muscles fessiers, grand dorsal et des muscles postérieurs de la cuisse étant excessivement bien développées et nettement accusées. Les tubérosités iliaque et ischiatique, qui donnent insertion aux muscles sacro-lombaire, grand fessier et grand dorsal, ainsi qu'aux muscles demi-membraneux, biceps, demi-tendineux, grand adducteur et carré crural sont aussi particulièrement développées.

Fémurs. — Les deux fémurs sont absolument intacts, trapus, c'est-à-dire à la fois longs et épais, fortement incurvés d'avant en arrière, constituant ainsi une forte courbure à concavité postérieure dont la longueur de la flèche varie suivant l'endroit où elle est mesurée entre 30 et 34 mm.

La tête des fémurs est régulièrement arrondie ; le grand et le petit trochanter, volumineux, portent de nombreuses rugosités qui démontrent la vigueur des muscles auxquels ils donnaient insertion.

Le *troisième trochanter* existe sur les deux fémurs, mais il est beaucoup plus développé sur le fémur droit. La *fosse hypotrochantérienne* fait défaut.

Sur chaque fémur l'épiphyse inférieure n'est pas encore complètement soudée à la diaphyse.

Tibias. — Les deux tibias sont en parfait état et fortement platycnémiques ; les têtes d'articulation supérieures légèrement rétroversées.

Péronés. — Les deux péronés, cannelés, sont intacts ; ils mesurent tous deux 345 mm. de long.

Rotules. — La rotule droite fait défaut ; la rotule gauche mesure :

	mm
Diamètre transversal	45
Hauteur maximum	45
Epaisseur de la base	24
Largeur de la facette interne	20
» » » externe	28

Calcanéum.

Les deux calcanéums existent et sont bien conservés. Les mesures que nous avons prises sur chacun d'eux sont les suivantes[1] :

	Gauche.	Droit.
Longueur maximum T.	74	75
» du talon t	50	53
Largeur du calcanéum, partie moyenne .	32	38
Rapport t à T = 100	67,57	70,67

Les os du pied, en mauvais état, n'ont pas été étudiés.

Taille.

La taille du squelette n° 4 peut être calculée au moyen des deux humérus, du radius et du cubitus gauche, des deux fémurs, des deux tibias et des deux péronés :

Humérus gauche, longueur	305 mm. + 2	= 1 m. 595	Taille	cadavre.
	1 m. 595 — 20	= 1 m. 575	»	vivant.
» droit, longueur	310 mm. + 2	= 1 m. 620	»	cadavre.
	1 m. 620 — 20	= 1 m. 600	»	vivant.
Cubitus gauche, »	250 mm. + 2	= 1 m. 641	»	cadavre.
	1 m. 641 — 20	= 1 m. 621	»	vivant.
Radius » »	224 mm. + 2	= 1 m. 607	»	cadavre.
	1 m. 607 — 20	= 1 m. 587	»	vivant.
Fémur » »	417 mm. + 2	= 1 m. 615	»	cadavre.
	1 m. 615 — 20	= 1 m. 595	»	vivant.
» droit, »	414 mm. + 2	= 1 m. 605	»	cadavre.
	1 m. 605 — 20	= 1 m. 585	»	vivant.
Tibia gauche, »	356 mm. + 2	= 1 m. 646	»	cadavre.
	1 m. 646 — 20	= 1 m. 626	»	vivant.
» droit, »	356 mm. + 2	= 1 m. 646	»	cadavre.
	1 m. 646 — 20	= 1 m. 626	»	vivant.
Péroné gauche, »	345 mm. + 2	= 1 m. 631	»	cadavre.
	1 m. 631 — 20	= 1 m. 611	»	vivant.
» droit, »	345 mm. + 2	= 1 m. 631	»	cadavre.
	1 m. 631 — 20	= 1 m. 611	»	vivant.

Taille moyenne sur le vivant = **1^{m}604.**

---

[1] Voir l'appendice.

CORPS No 5. ♂.

Fouilles de 1881.

No 28779 du Musée d'Anthropologie et d'Archéologie préhistoriques.

De ce squelette le crâne seul existe, les os ayant été brisés. Il est masculin, dolichocéphale, très allongé, étroit et bas; il est représenté par le frontal, le pariétal et le temporal gauches, l'occipital et une partie du pariétal droit. Les sutures craniennes, en partie oblitérées, sont peu compliquées.

Ce crâne, bien que moins allongé, l'indice céphalique est de 70, ressemble beaucoup au crâne féminin no 1 (15485 du Musée archéologique) de Chevroux[1] et appartient certainement à la même race; la même description s'y applique exactement.

La *norma facialis* montre un front droit, peu large, plutôt bas, avec des bosses frontales faiblement dessinées; les arcades sourcilières sont presque nulles, la glabelle est plane et ne forme pas de tubérosité; les crêtes temporales sont peu divergentes; les bords sus-orbitaires sont légèrement arrondis, la racine du nez est étroite et les os nasaux paraissent avoir été projetés.

La *norma lateralis* offre une courbe antéro-postérieure à peu près verticale jusqu'au niveau des bosses frontales, puis s'infléchissant doucement jusqu'au bregma; ce dernier point est le plus élevé de la voûte cranienne. La courbe plane dans le tiers antérieur de la suture sagittale s'incline d'abord lentement, puis assez brusquement jusqu'au lambda; il y a une légère projection de la partie cérébrale de l'occipital.

La *norma verticalis* offre la forme d'une ellipse très allongée, avec rétrécissemet marqué des régions frontale et occipitale. Le crâne est en partie recouvert d'une couche calcaire, dure et passablement épaisse.

---

[1] A Schenk, *Description des restes humains*, etc., page 34.

CORPS N° 6. ♂.

Fouilles de 1901.

Le crâne.

Le crâne de ce squelette est celui d'un jeune individu : les dents de sagesse font défaut et les sutures craniennes sont ouvertes (n° 4 de la nomenclature de Broca) ; l'indice céphalique sous-dolichocéphale est de 76,98.

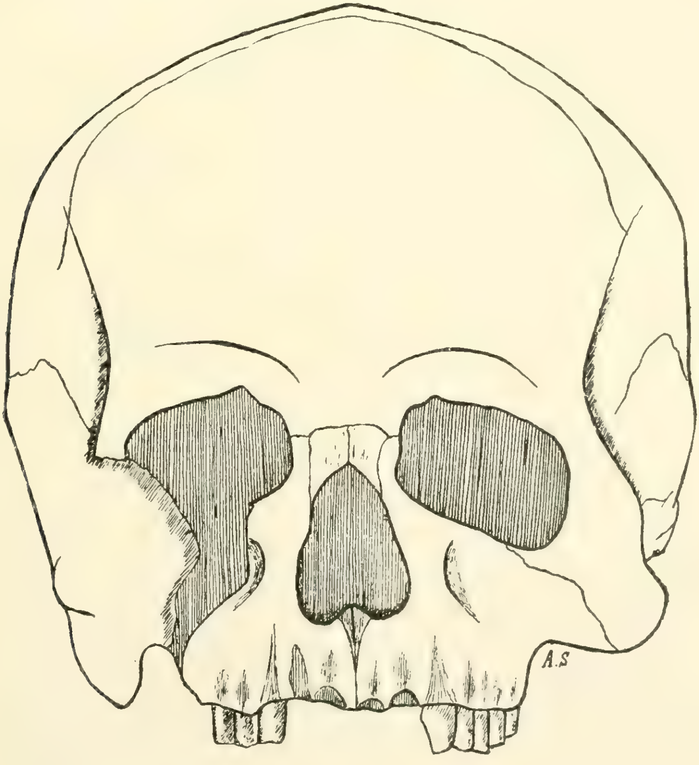


Fig. 24. — Crâne masculin n° 6. *Norma facialis.*

Norma facialis (fig. 24). — Le frontal est étroit à sa région inférieure, plutôt bas ; son indice est de 85,09. Les bosses frontales sont bien marquées, les arcades sourcilières peu développées ; l'espace interorbitaire est large, le nez court et large, platyrhinien, indice nasal = 60. Les orbites présentent un axe transversal fortement oblique en

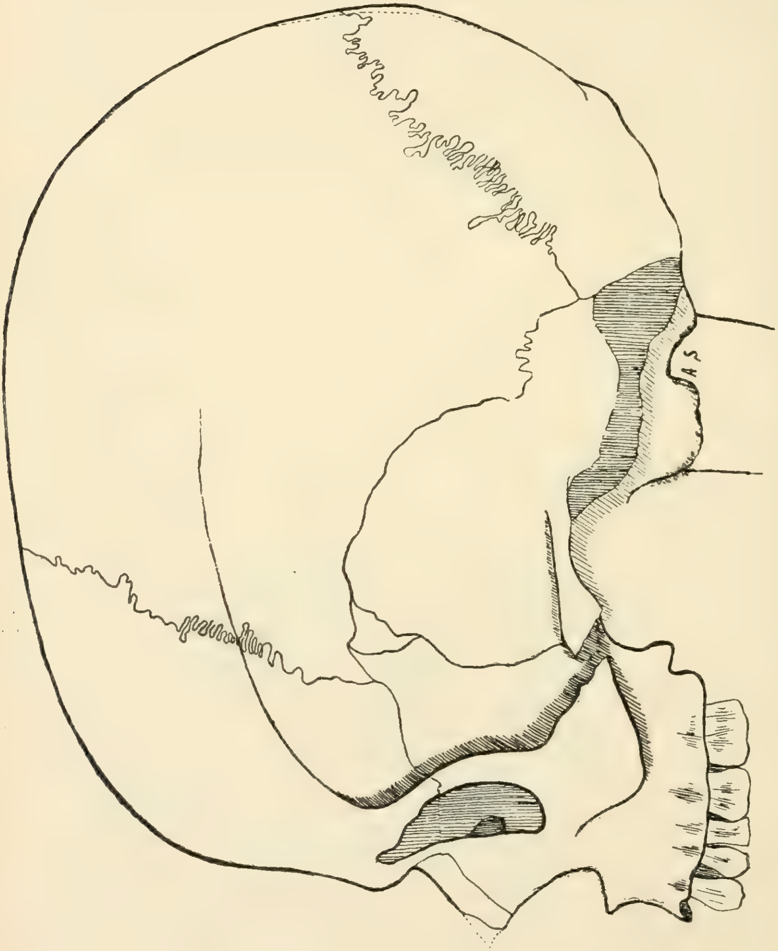


Fig. 25. — Crâne masculin n° 6. *Norma lateralis.*

bas et en dehors ; elles sont basses, rectangulaires et fortement microsèmes avec un indice de 71,79.

La face est basse et large, chamaeprosope : indice facial I = 59,68 ; indice facial II = 45,97. Les fosses canines sont bien marquées, profondes.

Norma lateralis (fig. 25). — Cette vue fait voir une face légèrement prognathe ; l'épine nasale et la glabelle correspondent au n° 2 de la nomenclature de Broca. La racine du nez est fortement déprimée ; la courbe antéro-postérieure du crâne s'élève à peu près verticalement de l'ophryon au métopion puis s'incurve régulièrement du métopion au bregma ; du bregma à l'opisthion la courbe est absolument régulière, sauf dans la région de l'inion qui est peu accentué (n° 1 de Broca). Il n'y a pas de saillie occipitale ; il existe un os wormien au ptérion gauche (os épiptérygium). Les fosses temporales sont profondes et l'apophyse mastoïde droite volumineuse.

Norma verticalis. — Les bosses pariétales sont passablement accusées et le crâne présente un contour pentagonal caractéristique. Les arcades zygomatiques sont faiblement visibles.

Norma occipitalis. — Le crâne est élevé et son contour tend à la forme pentagonale.

La voûte palatine est profonde ; indice palatin = 52,64.

Sutures craniennes. — Toute trace de *suture métopique* a disparu ; par contre, toutes les autres sutures craniennes sont ouvertes. La *suture coronale* est relativement simple, tandis que les *sutures sagittale et lambdoïde* plus compliquées correspondent au n° 4 de la nomenclature de Broca.

Mandibule. — Le maxillaire inférieur est assez bien conservé, sauf la région supérieure de la branche montante gauche qui est brisée. Les saillies musculaires sont bien développées ; les apophyses géni sont petites ; le menton est saillant. La troisième molaire droite, la deuxième et la troisième molaires gauches ne sont pas encore développées, ce qui nous permettrait de fixer l'âge du squelette entre 14 et 16 ans, si d'autres caractères ne s'y opposaient. Toutes les autres dents sont intactes et bien développées ; leur usure est externe, oblique de haut en bas et de dehors en dedans.

Capacité cranienne. — Calculée d'après la méthode de l'indice cubique, la capacité cranienne serait de 1508 cm^3 ; le poids du cerveau de 1292 grammes.

Rayons et angles auriculaires.

Rayon maxillaire	100 mm.
» nasal	94
» sus-orbitaire . . .	105
» bregmatique . . .	119
» lambdoïdien . . .	105
» iniaque	71
» opisthiaque . . .	36
Angle facial	34°
» sous-cérébral . . .	11
» frontal cérébral . .	48
» » total . . .	59
» pariétal	67
» occipital cérébral .	38
» » cérébelleux.	37
» » total . .	75
» cérébral total . .	190

Le tronc.

Colonne vertébrale. — La colonne vertébrale est à peu près complète ; elle ne présente pas de caractère particulier, si ce n'est que les vertèbres paraissent avoir été nécrosées dans la région dorsale. Pas d'apophyses styloïdes.

Le *sacrum* est bien développé ; sa largeur maxima est de 114 mm. ; la hauteur de sa face antérieure atteint 110 mm. Les vertèbres sacrées sont incomplètement soudées entre elles. La région coccygienne fait défaut.

Thorax. — Le *sternum* est incomplet, les sternèbres ne sont pas complètement soudées entre elles, et les côtes, en bon état, sont toutes présentes.

Les membres.

Squelette du membre supérieur.

Omoplates. — Les omoplates en mauvais état ne peuvent être utilement mesurées.

Clavicules. — Les deux clavicules sont intactes et mesurent :

	Gauche.	Droite.
Longueur totale.	138 mm.	144 mm.
Diamètre vertical mesuré à sa partie moyenne	8	9
Diamètre antéro-postérieur mesuré à sa partie moyenne .	11	12

La clavicule droite est plus forte que la clavicule gauche ; il en est de même pour tout le squelette du bras.

Humérus. — Les deux humérus sont entiers ; sur l'humérus droit, la gouttière bicipitale est beaucoup plus accentuée que sur l'humérus gauche ; l'incurvation supérieure est très développée ; la gouttière radiale, le V deltoïdien et la dépression sous-deltoïdienne, sont fortement accusés. Les fosses olécranienne et coronoïde sont profondes sur les deux humérus, mais il n'y a pas de perforation olécranienne.

Cubitus. — L'incurvation antéro-postérieure du cubitus n'est pas très sensible sur le cubitus gauche, tandis qu'elle est accentuée sur le cubitus droit.

	Gauche.	Droit.
Longueur	255 mm.	254 mm.
Hauteur du bec de l'olécrâne au plan horizontal	31	35
Hauteur du sommet de l'apophyse coronoïde	35	40
Hauteur de la cavité sigmoïde .	22	25

Radius. — Les deux radius sont entiers ; le radius gauche est légèrement plus court que le radius droit. Leur longueur respective est de 226 à 233 mm. Les os du carpe, du métacarpe et des doigts, sont en bon état, mais leur étude ne présente rien de particulier à noter.

Squelette du membre inférieur.

Bassin. — Le bassin est en bon état ; son ossature est robuste ; les lignes courbes et empreintes des muscles sont bien développées ; ses dimensions, plutôt restreintes, sont celles d'un jeune individu :

Largeur maxima du bassin	256 mm.
Hauteur maxima du bassin	202
Largeur biiliaque	209
Largeur biiliaque inférieure	171
Largeur sous-cotyloïdienne	126
Diamètre sacro-pubien	97
Diamètre sacro-sous-pubien	104
Diamètre transverse maximum du détroit	116
Diamètre oblique du détroit	107
Diamètre sacro-pubien inférieur . . .	115
Largeur biischiatique	95
Largeur maxima du sacrum	114
Hauteur de la face antérieure ou pelvienne du sacrum	110
Flèche de l'arc formé par la concavité du sacrum	20
Hautr articulaire de la symphyse pubienne	36

Indices.

Indice général du bassin ou indice pelvien .	126,73
Rapport de la hauteur maxima à la largeur maxima = 100	78,90
Rapport de la largeur sous-cotyloïdienne à la largeur maximum = 100	49,10
Indice du détroit supérieur	83,62
Rapport de la flèche à la hauteur du sacrum = 100	18,18

Fémurs. — Les fémurs, en bon état, mesurent en position 415 mm. pour le gauche et 412 mm. pour le droit. Il n'y a pas trace de troisième trochanter, ni de fossette hypotrochantérienne ; l'incurvation postérieure n'est pas très accentuée. Les hauteurs de la flèche sont respectivement de 29 et 30 mm. La platymérie est peu accusée, les indices de platymérie étant de 78,13 et 75,76 ; par contre, les indices pilastriques de 108 et 116 indiquent un pilastre fémoral saillant.

Tibias. — Les tibias sont peu platycnémiques, indices de 68,75 et 67,61 ; la tête du tibia n'est pas rétroversée ; les facettes astragaliennes sont peu marquées.

Péronés. — Le péroné droit qui existe seul mesure 324 mm. ; sa cannelure est très faible.

Les épiphyses des os des membres sont toujours complètement soudées aux diaphyses[1].

Calcanéum.

	Gauche.	Droit.
Longueur totale T	68 mm.	68 mm.
Longueur du talon t	50	50
Hauteur du talon	29	29
Largeur du talon	36	36
Rapport t à T = 100 . . .	73,53	73,53

Astragale.

Longueur totale	51 mm.	50 mm.
Longueur de la poulie astragalienne	34	31
Largeur de la poulie astragalienne	31	29

L'os trigone existe sur l'astragle droit et atteint une longueur de 6 mm.

---

[1] Nous avons dit plus haut que, d'après l'état de la dentition, notre squelette serait âgé de 14 à 16 ans; mais nous sommes obligé d'élever son âge puisque la soudure de la diaphyse et des épiphyses du fémur, par exemple, est complète, cette dernière ne commençant à s'opérer qu'entre seize et dix-huit ans pour ne se terminer qu'à vingt ou vingt-deux ans.

Taille.

La taille de ce squelette peut être calculée au moyen de tous les os, à l'exception du péroné gauche. Nous avons :

Humérus gauche, longueur	288 mm.	+ 2	= 1 m. 522	Taille	cadavre.
	1 m. 522	— 20	= 1 m. 502	»	vivant.
» droit, longueur	294 mm.	+ 2	= 1 m. 534	»	cadavre.
	1 m. 534	— 20	= 1 m. 514	»	vivant.
Cubitus gauche, »	255 mm.	+ 2	= 1 m. 654	»	cadavre.
	1 m. 654	— 20	= 1 m. 634	»	vivant.
» droit, »	254 mm.	+ 2	= 1 m. 651	»	cadavre.
	1 m. 651	— 20	= 1 m. 631	»	vivant.
Radius gauche, »	226 mm.	+ 2	= 1 m. 620	»	cadavre.
	1 m. 620	— 20	= 1 m. 600	»	vivant.
» droit, »	233 mm.	+ 2	= 1 m. 641	»	cadavre.
	1 m. 641	— 20	= 1 m. 621	»	vivant.
Fémur gauche, »	415 mm.	+ 2	= 1 m. 608	»	cadavre.
	1 m. 608	— 20	= 1 m. 588	»	vivant.
» droit, »	412 mm.	+ 2	= 1 m. 605	»	cadavre.
	1 m. 605	— 20	= 1 m. 585	»	vivant.
Tibia gauche, »	334 mm.	+ 2	= 1 m. 593	»	cadavre.
	1 m. 593	— 20	= 1 m. 573	»	vivant.
» droit, »	335 mm.	+ 2	= 1 m. 596	»	cadavre.
	1 m. 596	— 20	= 1 m. 576	»	vivant.
Péroné droit, »	324 mm.	+ 2	= 1 m. 563	»	cadavre.
	1 m. 563	— 20	= 1 m. 543	»	vivant.

Taille moyenne sur le vivant = **1m579.**

CORPS N° 7. ♀.

Fouilles de 1901.

Le crâne.

Crâne féminin adulte bien conservé, sauf une partie du frontal droit qui fait défaut. Les contours, réguliers et arrondis, ne présentent presque pas de crêtes saillantes. Le crâne est sous-dolichocéphale (mésocéphale) avec un indice céphalique de 77,84.

Norma facialis (fig. 26).— Le front est haut, peu large ; les sinus frontaux sont à peine accusés par une très légère saillie ; la glabelle, plane, correspond au nº 0 de la nomenclature de Broca. Les arcades sourcilières sont à peine indiquées ; les bosses frontales sont bien apparentes, le diamètre antéro-postérieur métopique étant sur ce crâne la longueur maxima.

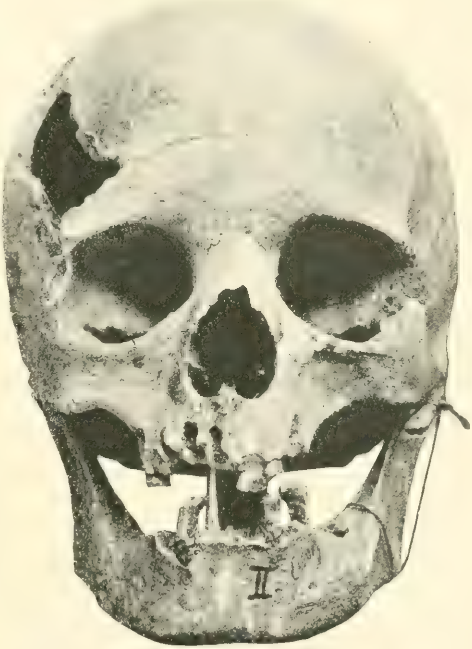


Fig. 26. — Crâne féminin nº 7. *Norma facialis.*

La voûte cranienne présente un contour régulier ; la racine du nez est très large, plate, non enfoncée. Les os nasaux sont larges et s'adossent suivant un angle obtus. Le nez est fortement mésorhinien avec un indice nasal de 52,27. Les orbites sont microsèmes, indice orbitaire de 81,08. La face est chamaeprosope, l'indice facial II atteignant 49,59. Les fosses canines et les os malaires sont peu développés ; l'arcade dentaire est en mauvais état, seules les deux incisives gauches et la première molaire droite persistent.

Norma lateralis (fig. 27). — Le front est droit, la courbe antéro-postérieure régulière, aux contours arrondis, sans saillie appréciable de la région occipitale, ni dépression post-coronale ; le ptérion est en X. Les os nasaux ne sont pas proéminents, mais l'épine nasale est bien développée. Le prognathisme alvéolaire et dentaire est accentué.

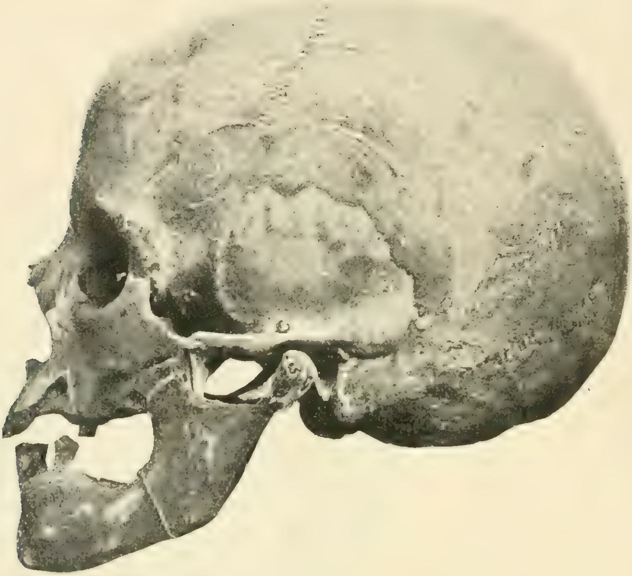


Fig. 27. — Crâne féminin n° 7. *Norma lateralis.*

Norma verticalis. — La vue d'en haut offre une courbe presque régulièrement ovale, sans aucune saillie appréciable des bosses pariétales ; les arcades zygomatiques sont peu apparentes.

Norma posterioralis. — Le crâne présente dans cette vue une forme à peu près globuleuse ; la ligne courbe supérieure est bien marquée ; l'inion fait défaut.

Norma basalis. — Le trou occipital a une forme presque circulaire ; la voûte palatine est allongée et étroite ; les alvéoles des molaires sont oblitérés et l'arcade alvéolaire en forme de U paraît avoir été nécrosée.

Sutures craniennes. — La *suture métopique* est complètement synostosée ; la *coronale* relativement simple est synostosée dans la région du ptérion ; la *suture sagittale* est oblitérée dans la région de l'obélion ; la *suture lamb-*

doïde est complètement ouverte du côté gauche, incomplètement dans sa moitié droite.

Capacité cranienne. — Calculée par le procédé de l'indice cubique, la capacité de ce crâne est de 1429 cm^3. Le crâne est trop délicat pour que sa capacité puisse être calculée par le procédé de Broca; le poids de l'encéphale serait de 1243 grammes.

Mandibule. — Le maxillaire inférieur présente un point mentonnier légèrement saillant ; la branche horizontale est large ; la branche verticale est basse. L'angle mandibulaire est fortement obtus. Les deux incisives externes et la première prémolaire gauche existent seules ; elles sont fortement usées, à usure horizontale et oblique externe. Tous les alvéoles sont en partie oblitérés ; les apophyses géni sont à peine dessinées.

Rayons et angles auriculaires.

Rayon	maxillaire	96 mm.
»	nasal	85
»	sus-orbitaire	90
»	bregmatique	112
»	lambdoïdien	102
»	iniaque	72
»	opisthiaque	40
Angle	facial	39°
»	sous-cérébral	8°
»	frontal cérébral	55°
»	frontal total	63°
»	pariétal	71°
»	occipital cérébral	36°
»	occipital cérébelleux	25°
»	occipital total	61°

Par tous ses caractères ce crâne rappelle, nous dirons même, est identique au crâne ♀ C de Rousson étudié par G. Carrière[1].

Le tronc.

Toutes les vertèbres sont présentes et en bon état, sauf les vertèbres coccygiennes, mais elles ne présentent aucun caractère particulier. Le sacrum est normal et bien constitué ; sa plus grande largeur ne peut être mesurée ; sa hauteur maxima est de 113 mm. et la flèche atteint 24 mm.

Les côtes existent en partie ; le sternum fait défaut.

Les membres.

Squelette du membre supérieur.

Les deux omoplates existent, ainsi que les deux humérus, les deux cubitus et le radius droit. Le squelette des mains n'est pas complet.

Omoplates. — Il a été possible de calculer sur ces os l'*indice scapulaire* et l'indice *sous-épineux*[2] :

	Gauche.	Droite.
Longueur totale	134 mm.	130 mm.
Longueur sous-épineuse .	101	103
Largeur	99	97
Indice scapulaire	73,88	74,62
Indice sous-épineux . . .	102	106,18

L'omoplate gauche est plus volumineuse que l'omoplate droite.

Humérus. — Les deux humérus sont entiers, intacts. La gouttière bicipitale est profonde, le V deltoïdien bien marqué. La gouttière radiale et la dépression sous-deltoïdienne sont fortement accusées ; il en est de même de l'incurvation supérieure. Les humérus paraissent avoir été spécialement vigoureux pour le sexe féminin. La cavité olécranienne est profonde sur les deux humérus, mais il n'y a pas de perforation.

---

[1] *Loc. cit.*, page 27.

[2] Voir l'*Appendice*.

Cubitus. — Ils mesurent :

	Gauche.	Droit.
Longueur totale	228 mm.	225 mm.
Hauteur du bec de l'olécrâne au plan horizontal	35	36
Hauteur du sommet de l'apophyse coronoïde.	42	42
Hauteur de la cavité sigmoïde .	32	32

Radius. — Le radius gauche est brisé. La radius droit a une longueur totale de 204 mm.

Squelette du membre inférieur.

Bassin. — Le bassin n'est pas complet et ne permet pas de prendre des mensurations ; à noter toutefois son ossature robuste et bien développée.

Fémurs. — Les deux fémurs sont intacts et caractéristiques par leur vigueur et le fort développement des insertions musculaires, lesquelles sont surtout accentuées sur le fémur gauche. La ligne âpre et la saillie pilastrique sont fortement accusées. Il n'y a pas de troisième trochanter. Les indices de platymérie et pilastriques sont respectivement de 77,42 et 116 pour le fémur gauche et 82,76 et 112 pour le fémur droit.

Tibias. — Les tibias sont vigoureux, platycnémiques, indices de 65,63 et 61,76. La tête d'articulation est légèrement rétroversée et les facettes astragaliennes sont bien marquées.

Péronés. — Les deux péronés sont fortement cannelés. Ils mesurent chacun 305 mm.

Calcaneum.

	Gauche	Droit.
Longueur totale T . .	69 mm.	68 mm.
Longueur du talon t . .	50	50
Largeur	25	25
Rapport t. T = 100 . .	72,46	73,53

Astragale.

	Gauche.	Droit.
Longueur totale	47 mm.	47 mm.
Longueur de la poulie astragalienne .	31	31
Largeur de la poulie astragalienne . .	27	27

A part l'astragale et le calcaneum, les os du tarse, du métatarse et des orteils manquent en partie, c'est pourquoi nous laisserons leur étude de côté.

Taille.

La taille calculée d'après les os intacts est de $1^{m}473$ mm.

Humérus gauche, longueur	265 mm.	+ 2	= 1 m. 425	Taille	cadavre.
	1 m. 425	— 20	= 1 m. 405	»	vivant.
» droit, longueur	267 mm.	+ 2	= 1 m. 435	»	cadavre.
	1 m. 435	— 20	= 1 m. 415	»	vivant.
Cubitus gauche, »	228 mm.	+ 2	= 1 m. 551	»	cadavre.
	1 m. 551	— 20	= 1 m. 531	»	vivant.
» droit, »	225 mm.	+ 2	= 1 m. 538	»	cadavre.
	1 m. 538	— 20	= 1 m. 518	»	vivant.
Radius droit, »	204 mm.	+ 2	= 1 m. 504	»	cadavre.
	1 m. 504	— 20	= 1 m. 484	»	vivant.
Fémur gauche, »	389 mm.	+ 2	= 1 m. 494	»	cadavre.
	1 m. 494	— 20	= 1 m. 474	»	vivant.
» droit, »	383 mm.	+ 2	= 1 m. 477	»	cadavre.
	1 m. 477	— 20	= 1 m. 457	»	vivant.
Tibia gauche, »	317 mm.	+ 2	= 1 m. 513	»	cadavre.
	1 m. 513	— 20	= 1 m. 493	»	vivant.
» droit, »	317 mm.	+ 2	= 1 m. 513	»	cadavre.
	1 m. 513	— 20	= 1 m. 493	»	vivant.
Péroné gauche, »	305 mm.	+ 2	= 1 m. 488	»	cadavre.
	1 m. 488	— 20	= 1 m. 468	»	vivant.
» droit, »	305 mm.	+ 2	= 1 m. 488	»	cadavre.
	1 m. 488	— 20	= 1 m. 468	»	vivant.

Taille moyenne sur le vivant = **$1^{m}473$**.

CORPS N° 8. ♂.

Fouilles de 1901.

Le crâne.

Ce crâne appartient à un individu dans la force de l'âge; les sutures qui, par leur complication, se rapportent au N° 4 de la nomenclature de Broca, sont presque complètement oblitérées ; toutefois la *suture lambdoïde* l'est moins que les *sutures coronale* et *sagittale*. Les crêtes musculaires, bien marquées, ne sont cependant pas très développées.

Les diamètres antéro-postérieur et transverse-maximum donnent un indice céphalique mésaticéphale de 77,78.

Norma facialis. -- Vu de face, le crâne est bas avec des crêtes temporales peu divergentes ; les bosses frontales sont à peine apparentes ; les arcades sus-orbitaires peu développées ; la glabelle est plane. La voûte cranienne présente un contour régulièrement arrondi. La racine du nez un peu enfoncée est placée sur un espace interorbitaire large ; les bords sus-orbitaires tranchants sont fortement recourbés en dehors et les trous sus-orbitaires sont remplacés par une large échancrure. La face est basse, chamaeprosope avec un indice facial II de 49,63 ; les os malaires sont bien développés, les fosses canines profondes. Le nez est mésorhinien, indice 48,98. Les cavités orbitaires rectangulaires et fortement inclinées de dedans en dehors sont microsèmes, indice de 76,92.

Norma lateralis. — La vue de profil fait voir un front légèrement fuyant, surbaissé ; la courbe antéro-postérieure est à peu près plane depuis un point situé à 5 centimètres au devant du bregma jusqu'à peu près au tiers de la suture sagittale, avec légère dépression post-coronale, puis elle descend insensiblement jusqu'au lambda. L'écaille de l'occipital légèrement projetée ne forme pas chignon, l'inion est faiblement marqué. Les courbes frontale totale, pariétale et occipitale sont bien développées. La ligne temporale n'est nettement visible qu'à son origine, mais elle paraît plutôt basse. Le ptérion en forme de H présente à gauche un petit os wormien ; les apophyses mastoïdes ne sont pas volumineuses.

Norma verticalis. — La vue d'en haut montre une forme ovale un peu raccourcie, avec saillie appréciable des bosses pariétales; il y a dilatation notable de la région frontale et rétrécissement assez marqué de la région iniaque. Les arcades zygomatiques sont légèrement visibles. La région post-auriculaire du crâne est relativement plus développée que la région antérieure.

Norma posterioralis. — La vue postérieure offre un contour à peu près pentagonal, légèrement ogival dans sa partie supérieure, avec renflement marqué dans la région des bosses pariétales. Les deux trous de l'obélion persistent.

Norma basalis. — Le trou de l'occipital, volumineux, est ovale; la voûte palatine, parabolique, est profonde.

Capacité cranienne. — La capacité cranienne calculée d'après le procédé de l'indice cubique est de 1392 cm^3. D'après le procédé Manouvrier, le poids du cerveau serait de 1211 grammes.

La mandibule en mauvais état ne peut être mesurée.

Rayons et angles auriculaires.

Rayon	maxillaire	98 mm.
»	nasal	93
»	sus-orbitaire	102
»	bregmatique	114
»	lambdoïdien	110
»	iniaque	91
«	opisthiaque	41
Angle	facial	41°
»	sous-cérébral	11
»	frontal cérébral	52
»	» total	63
»	pariétal	51
»	occipital cérébral	26
»	» cérébelleux	34
»	» total	60
»	crânien total	163

Squelette des membres.

Les omoplates et la clavicule droite font défaut.

La clavicule gauche mesure 150 mm.

Humérus. — Les deux humérus sont entiers, vigoureux, avec de fortes crêtes d'insertions musculaires; ils mesurent respectivement 308 et 302 mm. de longueur. Ils sont caractérisés par une gouttière bicipitale et un V deltoïdien fortement accusés ainsi que par une incurvation supérieure et inférieure, un aplatissement postérieur nettement marqués, surtout sur l'humérus droit. Il n'y a pas de perforation olécranienne.

Cubitus. — Le cubitus gauche est brisé; le cubitus droit est intact avec une forte incurvation antéro-postérieure de sa région supérieure.

Longueur totale	255 mm.
Distance du bec de l'olécrane au plan horizontal	43
» du sommet de l'apophyse coronoïde au plan horizontal	50
» de la cavité sigmoïde au plan horizontal	35

Radius. — Le radius droit manque; le radius gauche mesure 237 mm.

Bassin. — Le bassin fait totalement défaut.

Fémurs. — Le fémur droit est en mauvais état. Le fémur gauche mesure, en position, 429 mm. Le troisième trochanter et la fossette hypotrochantérienne sont bien développés, surtout cette dernière qui est profonde et allongée.

Tibias. — Le tibia droit est incomplet. Le tibia gauche mesure 354 mm. Tous deux sont platycnémiques. Les facettes astragaliennes ne sont pas marquées.

Péronés. — Le péroné gauche manque; le péroné droit mesure 350 mm. Les os des mains et des pieds manquent; le squelette du tronc est réduit à quelques fragments inutilisables.

Taille.

Humérus gauche, longueur	308 mm.	+ 2	= 1 m. 610	Taille	cadavre.
	1 m. 610	— 20	= 1 m. 590	»	vivant.
» droit, longueur	302 mm.	+ 2	= 1 m. 581	»	cadavre.
	1 m. 581	— 20	= 1 m. 561	»	vivant.
Cubitus droit, »	255 mm.	+ 2	= 1 m. 654	»	cadavre.
	1 m. 654	— 20	= 1 m. 634	»	vivant.
Radius gauche, »	237 mm.	+ 2	= 1 m. 654	»	cadavre.
	1 m. 654	— 20	= 1 m. 634	»	vivant.
Fémur gauche, »	429 mm.	+ 2	= 1 m. 639	»	cadavre.
	1 m. 639	— 20	= 1 m. 619	»	vivant.
Tibia gauche, »	354 mm.	+ 2	= 1 m. 642	»	cadavre.
	1 m. 642	— 20	= 1 m. 622	»	vivant.
Péroné droit, »	350 mm.	+ 2	= 1 m. 640	»	cadavre.
	1 m. 640	— 20	= 1 m. 620	»	vivant.

Taille moyenne sur le vivant = **1m613**.

CORPS N° 9. ♀.

Fouilles de 1901.

Le crâne.

Crâne mal conservé provenant d'une femme jeune encore car toutes les sutures sont profondément ouvertes. Les temporaux et le squelette de la face font complètement défaut. Le crâne est fortement dolichocéphale : indice céphalique de 72,28.

Les bosses frontales sont bien développées ; la glabelle est plane, les arcades sourcilières correspondent au N° 0 de la nomenclature de Broca. L'écaille de l'occipital est projetée et par tous ses caractères ce crâne paraît se rapprocher du crâne de Chevroux. N° 15845 du Musée d'Anthropologie et d'Archéologie préhistoriques[1].

Le squelette du tronc n'est représenté que par quelques débris en trop mauvais état pour être étudiés.

Les *humérus* sont intacts ; ils ne présentent pas de perforation olécranienne.

---

[1] A. Schenk. *Description des restes humains*, etc.

Les *cubitus* existent également, mais le cubitus gauche n'est pas complet :

	Gauche	Droit
Longueur totale	—	235
Distance du bec de l'olécrane au plan horizontal	30	35
Distance du sommet de l'apophyse coronoïde au plan horizontal	38	42
Distance de la cavité sigmoïde au plan horizontal	24	29

Le *radius* gauche mesure 215 mm. Le radius droit fait défaut. Les deux *fémurs* sont entiers ; le fémur gauche est plus long que le fémur droit ; la fosse hypotrochantérienne existe sur les deux fémurs, mais elle est peu développée. Le troisième trochanter fait défaut au fémur droit, mais il est représenté par une légère protubérance sur le fémur gauche. L'indice de platymérie atteint respectivement 73,33 et 78,57 ; l'indice pilastrique assez élevé est de 104,17 pour les deux fémurs.

Les *tibias* ne sont pas platycnémiques, l'indice de platycnémie étant de 73,33 pour le tibia gauche et de 71,88 pour le tibia droit.

Le péroné droit existe seul; il mesure 318 mm.

Taille.

Humérus gauche, longueur	279 mm.	+ 2 =	1 m. 494	Taille	cadavre.
	1 m. 494	— 20 =	1 m. 474	»	vivant.
» droit, longueur	282 mm.	+ 2 =	1 m. 508	»	cadavre.
	1 m. 508	— 20 =	1 m. 488	»	vivant.
Radius gauche, »	215 mm.	+ 2 =	1 m. 565	»	cadavre.
	1 m. 565	— 20 =	1 m. 545	»	vivant.
Cubitus droit, »	235 mm.	+ 2 =	1 m. 576	»	cadavre.
	1 m. 576	— 20 =	1 m. 556	»	vivant.
Fémur gauche, »	397 mm.	+ 2 =	1 m. 516	»	cadavre.
	1 m. 516	— 20 =	1 m. 496	»	vivant.
» droit, »	390 mm.	+ 2 =	1 m. 495	»	cadavre.
	1 m. 495	— 20 =	1 m. 475	»	vivant.

Tibia gauche, longueur	334 mm. + 2	= 1 m. 560	Taille	cadavre.
	1 m. 560 — 20	= 1 m. 540	»	vivant.
» droit, »	339 mm. + 2	= 1 m. 570	»	cadavre.
	1 m. 570 — 20	= 1 m. 550	»	vivant.
Péroné droit, »	318 mm. + 2	= 1 m. 528	»	cadavre.
	1 m. 528 — 20	= 1 m. 508	»	vivant.

Taille moyenne sur le vivant = **1m515.**

CORPS No 10.

Fouilles de 1901.

Squelette de jeune enfant en très mauvais état.

CORPS No 11. ♂.

Fouilles de 1901.

Le crâne.

Crâne masculin en parfait état. Les contours du crâne sont réguliers, sans accentuation marquée des crêtes d'insertion musculaires. La face est fortement prognathe. Les sutures crâniennes ne sont pas oblitérées, mais la suture coronale, relativement simple, est plus synostosée que les sutures sagittale et lambdoïde. Le crâne est sous-dolichocéphale avec un indice céphalique de 78,41.

Norma facialis (fig. 28). — Le front est bien développé; les arcades sourcilières sont nulles ou à peu près ; la glabelle légèrement saillante est plane ; les bosses frontales sont bien marquées et il existe une certaine élévation médiane du frontal au niveau de la partie moyenne de la suture métopique. La courbe du crâne est régulière, très nettement arrondie. La face est leptoprosope, l'indice facial II étant de 54,40. Les os malaires sont plutôt petits. Les orbites rectangulaires, faiblement mésosèmes, ont un indice de 83,33. Le nez est platyrhinien bien que la face soit leptoprose ; son indice est de 54,55. Le plancher des fosses nasales offre, en avant, un bord légèrement mousse et s'incline faiblement en bas, de manière à former une légère gouttière au lieu de se terminer par un bord aigu. La hauteur intermaxillaire très développée atteint 25 mm. Les fosses canines sont profondes ; l'arcade alvéolaire est régulière ; toutes les dents existent, sauf la première incisive et la première prémolaire gauches.

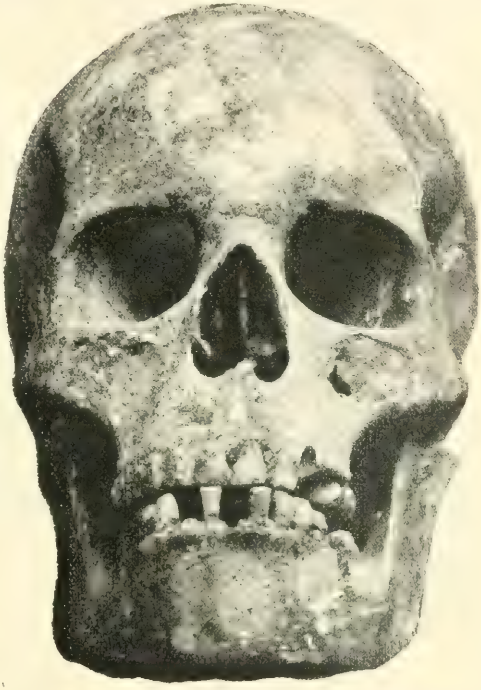


Fig. 28. — Crâne masculin n° 12. *Norma facialis.*

Norma lateralis (fig. 29). — La courbe antéro-postérieure légèrement oblique dans la première moitié du frontal est régulière, surélevée, avec un méplat dans la région antérieure des pariétaux. L'inion est peu développé ; il n'y a pas de saillie occipitale ; la protubérance occipitale externe ne se détache pas et les lignes courbes de l'occipital sont à peine marquées. Les apophyses mastoïdes peu développées n'offrent que de faibles insertions musculaires. Le ptérion est normal. L'épine nasale peu accentuée correspond au n° 2 de la nomenclature de Broca. Les os nasaux ne sont pas proéminents. Le prognathisme alvéolaire et dentaire est très accentué ; ce dernier est frappant surtout lorsque l'on considère le crâne avec sa mâchoire inférieure. L'indice du prognathisme d'après la méthode de Flower atteint le chiffre considérable de 104,08.

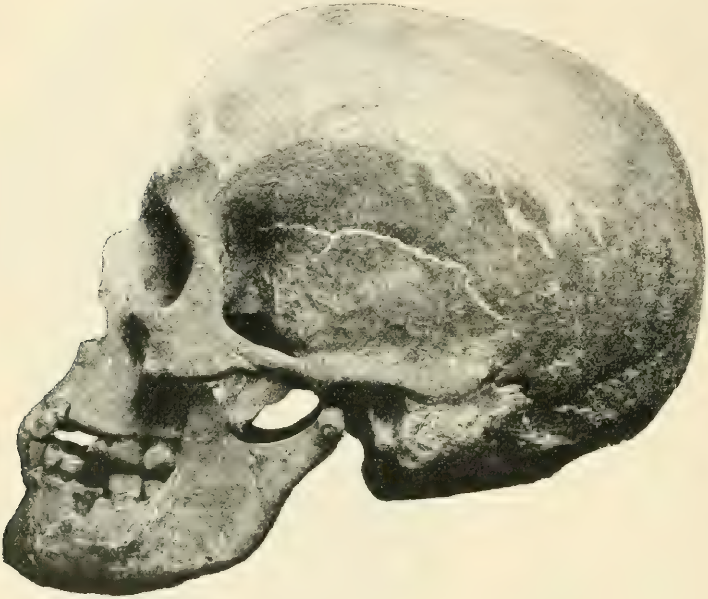


Fig. 29. — Crâne masculin n° 12. *Norma lateralis.*

Norma verticalis. — La vue d'en haut présente un contour presque régulièrement ovale ; les bosses frontales sont peu développées ; les arcades zygomatiques ne sont pas visibles.

Norma posterioralis. — La courbe cranienne est régulièrement arrondie dans sa région supérieure ; les parois latérales convergent légèrement en bas. Cette vue permet de constater, en outre, la hauteur relativement grande du crâne (diamètre basilo-bregmatique 139 mm.).

La vue d'en bas montre un trou de l'occipital volumineux, une voûte palatine profonde ; l'arcade dentaire, légèrement parabolique, présente des parties latérales tendant au parallélisme. Les dents sont volumineuses ; les incisives médianes mesurent $0^{m}01$ de largeur à gauche et $0^{m}011$ à droite ; les incisives latérales $0^{m}009$ de chaque côté. Les prémolaires et les molaires sont légèrement usées et vont en diminuant de la première à la troisième.

Mandibule. — Le maxillaire inférieur est bien conservé, sauf le condyle et une partie de l'échancrure qui sont brisés ; les branches latérales sont à peu près parallèles. Toutes les dents existent et sont normales. La première molaire gauche est profondément cariée. Le menton est étroit, pointu ; la branche montante est plutôt basse ; les apophyses géni sont peu développées ; mais, par contre, l'empreinte digastrique est très accusée.

Capacité cranienne. — La capacité cranienne calculée d'après le procédé de l'indice cubique est de 1480 cm^3. Le poids de l'encéphale aurait été ainsi de 1287 grammes.

Rayons et angles auriculaires. — Les mesures des rayons et angles auriculaires nous ont donné les chiffres suivants :

Rayon	maxillaire . . .	98 mm.
»	nasal	87
»	sus-orbitaire . .	97
»	bregmatique . .	123
»	lambdoïdien . . .	114
»	iniaque	85
»	opisthiaque . . .	42
Angle	facial	41°
»	sous-cérébral . .	11
»	frontal cérébral .	50
»	» total . . .	61
»	pariétal	58
»	occipital cérébral .	32
»	occipit. cérébelleux	32
»	occipital total . .	64
»	cranien total . .	172

Les membres.

Le squelette du tronc est en mauvais état ; les clavicules atteignent une longueur de 135 mm. Les omoplates manquent.

Les os des membres sont plutôt grêles. Les *humérus* ne présentent aucun caractère particulier ; il n'y a pas de perforation olécranienne. Les deux *radius* sont intacts et mesurent 230 mm.

Les *cubitus*, intacts aussi, présentent une incurvation de l'extrémité supérieure assez accentuée. Le cubitus gauche est fortement coloré en rouge par de l'ocre.

	Gauche.	Droit.
Longueur totale	250 mm.	252 mm.
Distance du bec de l'olécrâne au plan horizontal	35	37
Distance de l'apophyse coronoïde au plan horizontal	41	43
Distance de la cavité sigmoïde au plan horizontal	26	29

Bassin.

Les os iliaques étant en bon état, toutes les mesures du bassin ont pu être prises :

Largeur maxima du bassin	254 mm.
Hauteur maxima »	200
Largeur biiliaque . . .	215
» » inférieure	183
» sous-cotyloïdienne	144
Diamètre sacro-pubien . .	102
» sacro sous-pubien	111
» transv. maximum	134
» oblique du détroit	123
» sacro-pubien infr	121

Largeur biischiatique . .	107
» maxima du sacrum	115
Hauteur de la face antérieure ou postérieure du sacrum	114
Flèche de l'arc formé par la concavité du sacrum . .	24
Hauteur articulaire de la symphyse pubienne . .	37

Indices.

Indice général du bassin ou indice pelvien	127
Rapport de la hauteur maxima à la largeur maxima = 100	78,74
Rapport de la largeur sous-cotyloïdienne à la largeur maxima = 100	56,69
Indice du détroit supérieur	76,12
Rapport de la flèche à la hauteur du sacrum	21,05

Fémurs. — Les deux fémurs sont intacts ; il n'y a ni troisième trochanter, ni fossette hypotrochantérienne. L'indice de platymétrie atteint respectivement 75,86 et 73,33 pour le fémur gauche et pour le fémur droit ; l'indice pilastrique est de 103,70 et 107,69.

Tibias. — Les tibias sont un peu platycnémiques ; indices de 65,63 et 63,64. Les tubérosités antérieures sont bien développées ; la région supérieure est légèrement incurvée. Les facettes astragaliennes existent.

Péronés. — Les péronés sont brisés, mais ils sont très fortement cannelés.

Calcanéum.

	Gauche.	Droit.
Longueur totale T	72 mm.	72 mm.
» du talon t	52	52
Largeur du calcanéum . .	31	31
Hauteur du talon	37	37
Rapport (T = 100) : t. . .	72,08	72,08

Astragale.

	Gauche.	Droit
Longueur totale	48 mm.	49 mm.
» de la poulie astragalienne	30	30
Largeur de la poulie astragalienne	28	28

Taille.

Humérus gauche,	longueur	299 mm.	+ 2	= 1 m. 538	Taille	cadavre.
		1 m. 538	— 20	= 1 m. 518	»	vivant.
Radius gauche,	longueur	230 mm.	+ 2	= 1 m. 634	»	cadavre.
		1 m. 634	— 20	= 1 m. 614	»	vivant.
» droit,	»	230 mm.	+ 2	= 1 m. 634	»	cadavre.
		1 m. 634	— 20	= 1 m. 614	»	vivant.
Cubitus gauche,	»	250 mm.	+ 2	= 1 m. 642	»	cadavre.
		1 m. 642	— 20	= 1 m. 622	»	vivant.
» droit,	»	252 mm.	+ 2	= 1 m. 646	»	cadavre.
		1 m. 646	— 20	= 1 m. 626	»	vivant.
Fémur gauche,	»	418 mm.	+ 2	= 1 m. 615	»	cadavre.
		1 m. 615	— 20	= 1 m. 595	»	vivant.
» droit,	»	418 mm.	+ 2	= 1 m. 615	»	cadavre.
		1 m. 615	— 20	= 1 m. 595	»	vivant.
Tibia gauche,	»	346 mm.	+ 2	= 1 m. 629	»	cadavre.
		1 m. 629	— 20	= 1 m. 609	»	vivant.
» droit,	»	346 mm.	+ 2	= 1 m. 629	»	cadavre.
		1 m. 629	— 20	= 1 m. 609	»	vivant.

Taille moyenne sur le vivant = **1^{m}60.**

CORPS N° 12. ♀.

Fouilles de 1901.

Le crâne.

Le crâne bien conservé appartient à une jeune femme; toutes les sutures craniennes relativement simples sont ouvertes et les dents de sagesse ne sont pas encore développées; la suture basilaire est encore légèrement visible.

La comparaison des diamètres antéro-postérieur maximum et transverse maximum donne un indice céphalique sous-dolichocéphale de 76,30.

Norma facialis (fig. 30). — La vue antérieure nous montre un front étroit et plutôt bas, à contour arrondi, légèrement ogival; les bosses frontales assez indiquées sont bien écartées l'une de l'autre; la glabelle large est plane et légèrement saillante; les arcades sourcilières totalement effacées du côté externe, se renflent un peu du côté interne, contribuant de cette façon à former la saillie glabellaire. L'espace interorbitaire est large; les orbites plutôt petites et rectangulaires sont fortement microsèmes, l'indice orbitaire étant de 75,68. L'orifice nasal est large; le nez est mésorhinien avec un indice de 52,50 frisant la platyrhinie. Le nez est sensiblement déprimé à sa racine et les os propres se relèvent assez fortement. En avant, le plancher des fosses nasales ne se termine pas par un bord très aigu, mais offre plutôt du côté externe un bord légèrement mousse s'inclinant un peu en bas, de manière à former une faible gouttière. Les pommettes ne sont pas très développées; les fosses canines sont remarquables par leur profondeur. La face est

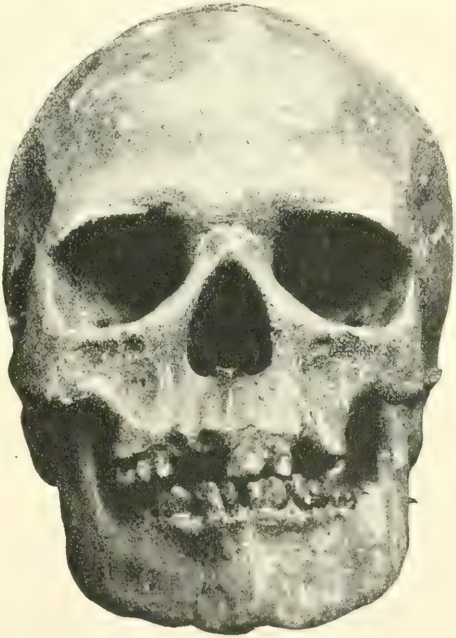


Fig. 30. — Crâne féminin n° 12. *Norma facialis.*

très faiblement leptoprosope, l'indice facial II étant de 50,84.

A la mâchoire supérieure les deux incisives droites, la canine et les deux prémolaires gauches manquent, mais leur absence est posthume. L'incisive médiane gauche est très développée ; sa largeur atteint 11 mm.

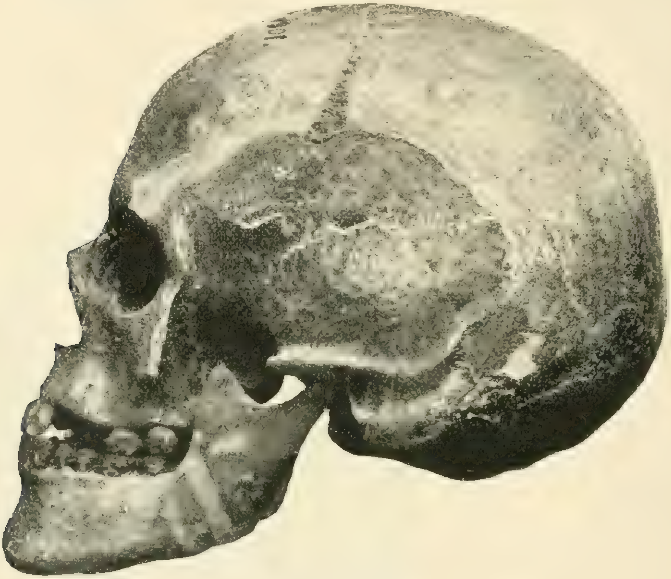


Fig. 31. — Crâne féminin n° 12. *Norma lateralis.*

Norma lateralis (fig. 31). — La courbe antéro-postérieure s'incline doucement et régulièrement à partir de l'obélion jusqu'au bregma ; il y a une légère dépression post-coronale avec méplat dans le quart antérieur de la suture sagittale après quoi la courbe descend d'abord lentement, puis brusquement jusqu'au lambda ; la partie cérébrale de l'occipital ne fait pas une saillie bien sensible ; la ligne courbe supérieure est bien marquée, mais l'inion manque. Les lignes temporales sont bien dessinées ; les apophyses mastoïdes sont passablement développées pour un jeune crâne féminin ; enfin il existe un os wormien au ptérion gauche (os épiptérygium). Ce qui frappe surtout dans cette vue, c'est la proéminence de la face ; le prognathisme facial est en effet excessivement accentué puisque l'indice du prognathisme (Flower) atteint 101,08. Ce prognathisme est surtout accentué dans la région sous-nasale et donne au crâne un aspect franchement nigritique.

Norma verticalis. — La vue d'en haut montre une forme elliptique pas très allongée avec des bosses pariétales assez visibles ; les arcades zygomatiques sont bien visibles et la face est très nettement apparente.

Norma posterioralis. — Cette norma montre un crâne assez élevé avec un contour supérieur nettement ogival ; il y a une légère asymétrie dans la région cérébrale de l'occipital, la moitié gauche étant légèrement plus saillante que la moitié droite. Les lignes courbes supérieure et inférieure sont bien marquées.

Norma basalis. — Le trou de l'occipital est à peu près circulaire ; le canal condyloïdien postérieur droit est beaucoup plus gros que le gauche. La voûte palatine limitée par une arcade dentaire parabolique est très profonde en arrière tandis qu'elle ne l'est pas du tout en avant.

Mandibule. — Le maxillaire inférieur est bien conservé ; son corps est plutôt grêle, mais la branche montante passablement inclinée est basse ; toutefois l'échancrure sigmoïde est peu accentuée et l'apophyse coronoïde est petite. Le menton est proéminent et accentue le prognathisme facial ; les apophyses géni sont de petites dimensions.

Capacité cranienne. — Calculée par le procédé de l'indice cubique, la capacité de ce crâne serait de 1305 cm^3.

Le poids de l'encéphale aurait donc été d'après le procédé de M. Manouvrier de 1135 grammes.

Rayons et angles auriculaires.

Rayon maxillaire	98 mm.
» nasal	86
» sus-orbitaire . . .	93
» bregmatique . . .	113
» lambdoïdien . . .	102
» iniaque	77
» opisthiaque . . .	37
Angle facial	36°
» sous-cérébral . . .	11
» frontal-cérébral . .	53
» frontal-total . . .	64
» pariétal	64
» occipital cérébral. .	34
» » cérébelleux.	37
» » total . . .	71
» cranien total . . .	188

Le squelette du tronc n'est représenté que par des fragments de vertèbres et de côtes ; le sternum manque complètement.

Squelette des membres.

L'omoplate et la clavicule gauches sont les seuls os représentant la ceinture scapulaire.

L'omoplate mesure :

Longueur totale	134 mm.
» sous-épineuse .	104
Largeur	91
Indice scapulaire . . .	67,91
» sous-épineux . .	114,28

La clavicule a une longueur de 130 mm.

Les deux *humérus* sont en bon état ; l'humérus gauche atteint 295 mm.; l'humérus droit 297 mm. Il n'y a pas de perforation olécranienne.

Le *radius* gauche mesure 235 mm.; le radius droit 230 mm.

Les deux *cubitus* sont aussi intacts et fournissent les longueurs suivantes :

	Gauche.	Droit.
Longueur totale	250 mm.	255 mm.
Distance du bec de l'olécrâne au plan horizontal	36	30
Distance du sommet de l'apophyse coronoïde au plan horizontal	41	37
Distance de la cavité sigmoïde au plan horizontal	27	22

Fémurs. — Les fémurs sont entiers, mais remarquables surtout par leur gracilité ; le troisième trochanter existe sur les deux fémurs ; toutefois son développement, ainsi que celui de la fossette hypotrochantérienne est faible. Les indices de platymérie et pilastriques sont respectivement de 75,86 et 116,67 pour le fémur gauche, et 75,86 et 121,78 pour le fémur droit. La platymérie n'est pas très accentuée mais, par contre, la colonne pilastrique est fortement développée, surtout sur le fémur droit.

Tibias et *péronés.* — Les tibias ne présentent aucun caractère particulier ; l'indice de platycnémie est de 64,71 indiquant une platycnémie plutôt faible ; les péronés sont cannelés ; ils mesurent 334 et 338 mm.

Calcanéum.

	Gauche	Droit.
Longueur totale T . .	72 mm.	72 mm.
Longueur du talon t. .	50	50
Largeur du talon . .	25	25
Hauteur » . .	32	35
T = 100 t.	69,44	69,44

Astragale.

Longueur totale	48 mm.	47 mm.
Longueur de la poulie astragalienne	32	29
Largeur de la poulie astragalienne	27	29

Taille.

Humérus gauche, longueur	295 mm.	+ 2 =	1 m. 556	Taille	cadavre
	1 m. 556	— 20 =	1 m. 536	»	vivant.
» droit, longueur	297 mm.	+ 2 =	1 m. 562	»	cadavre.
	1 m. 562	— 20 =	1 m. 542	»	vivant.
Radius gauche, »	235 mm.	+ 2 =	1 m. 645	»	cadavre.
	1 m. 645	— 20 =	1 m. 625	»	vivant.
» droit, »	230 mm.	+ 2 =	1 m. 617	»	cadavre.
	1 m. 617	— 20 =	1 m. 597	»	vivant.
Cubitus gauche, »	250 mm.	+ 2 =	1 m. 636	»	cadavre.
	1 m. 636	— 20 =	1 m. 616	»	vivant.
» droit, »	255 mm.	+ 2 =	1 m. 665	»	cadavre.
	1 m. 665	— 20 =	1 m. 645	»	vivant.
Fémur gauche, »	425 mm.	+ 2 =	1 m. 578	»	cadavre.
	1 m. 578	— 20 =	1 m. 558	»	vivant.
» droit, »	426 mm.	+ 2 =	1 m. 580	»	cadavre.
	1 m. 580	— 20 =	1 m. 560	»	vivant.
Tibia gauche, »	346 mm.	+ 2 =	1 m. 586	»	cadavre.
	1 m. 586	— 20 =	1 m. 566	»	vivant.
» droit, »	346 mm.	+ 2 =	1 m. 586	»	cadavre.
	1 m. 586	— 20 =	1 m. 566	»	vivant.
Péroné gauche, »	334 mm.	+ 2 =	1 m. 568	»	cadavre.
	1 m. 568	— 20 =	1 m. 548	»	vivant.
» droit, »	338 mm.	+ 2 =	1 m. 579	»	cadavre.
	1 m. 579	— 20 =	1 m. 559	»	vivant.

Taille moyenne sur le vivant = **1^m577.**

CORPS N° 13. ♂.

Fouilles de 1901.

Le crâne.

Ce crâne est incomplet, en mauvais état ; le squelette de la face, une partie du frontal et du pariétal gauches, le temporal gauche, la région cérébelleuse de l'occipital et les os de la base du crâne manquent. Toutefois l'indice céphalique peut être calculé ; ce dernier, dolichocéphale, atteint 74,59. Les os sont forts, volumineux, avec des apophyses et des crêtes d'insertions musculaires bien marquées.

Par tous ses caractères, ce crâne rappelle le crâne n° 3, (n° 24479 du catalogue du Musée, fouilles de 1894-1895) ; la même description peut lui être attribuée. Nous avons vraisemblablement là un représentant de la race dolichocéphale ancienne désignée par M. Georges Hervé sous le nom de race de *Baumes-Chaudes-Cro-Magnon*.

Squelette des membres.

Les deux *humérus* sont incomplets, mais ils sont vigoureux, avec tous les caractères très accentués des humérus néolithiques.

Les deux *fémurs* sont en bon état ; ils mesurent 418 et 421 mm. Il existe un troisième trochanter sur le fémur gauche, mais peu développé ; la fossette hypotrochantérienne, par contre, est profonde et allongée ; elle est excessivement accentuée sur le fémur droit qui n'a pas de troisième trochanter. La platymérie est faible, la saillie pilastrique forte ; les indices de platymérie et pilastriques sont respectivement 72,85 et 115,38 pour le fémur gauche ; 75 et 120 pour le fémur droit.

Les *tibias* sont complets ; ils mesurent 340 et 338 mm. ; la platycnémie atteint 61,11 ; la tête d'articulation est fortement rétroversée ; la facette astragalienne est très développée.

Taille.

Fémur gauche, longueur	418 mm.	+ 2	= 1 m. 618	Taille	cadavre.
	1 m. 618	— 20	= 1 m. 598	»	vivant.
» droit, »	421 mm.	+ 2	= 1 m. 628	»	cadavre.
	1 m. 628	— 20	= 1 m. 608	»	vivant.
Tibia gauche, »	340 mm.	+ 2	= 1 m. 612	»	cadavre.
	1 m. 612	— 20	= 1 m. 592	»	vivant.
» droit, »	338 mm.	+ 2	= 1 m. 605	»	cadavre.
	1 m. 605	— 20	= 1 m. 585	»	vivant.

Taille moyenne sur le vivant = **1^{m}595.**

CORPS No 14. ♀.

Fouilles de 1901.

Les différentes parties de ce squelette : crâne, tronc et membres, sont en trop mauvais état pour être mesurables ; seuls quelques fragments des fémurs et des tibias sont susceptibles de quelques mensurations. Les épiphyses ne sont pas complètement soudées à la diaphyse des fémurs et des tibias. En attribuant à cette femme un âge de 16 à 20 ans, on ne doit pas être éloigné de la vérité. Les indices de platymérie sont identiques : 80,77 ; les indices pilastriques sont de 110 pour le fémur gauche et 115 pour le fémur droit.

Les *tibias* ne devaient pas être très platycnémiques, les rapports de leur largeur à leur épaisseur donnant un indice de 64,51.

CORPS No 15.

Fouilles de 1901.

Squelette fragmenté d'un enfant âgé d'environ 4 ans.

Fémurs.

	Gauche.	Droit.
Diamètre transverse sous-trochantérien	18 mm.	18 mm.
Diamètre antéro-postérieur sous-trochantérien	14	14
Indice de platymérie	77,78	77,78
Diamètre transverse, partie moyenne	13	14
Diamètre antéro-postérieur, partie moyenne	13	13
Indice pilastrique	100	92,86

Tibias.

	Gauche.	Droit.
Diamètre transverse	15 mm.	15 mm.
» antéro-postérieur	18	19
Indice de platycnémie	83,33	78,95

La platymérie et la saillie pilastrique des fémurs sont presque nulles ; il en est de même de la platycnémie des tibias.

CORPS N° 16. ♀.

Fouilles de 1901.

Le *crâne*, provenant d'une jeune femme, est en très mauvais état et ne peut être mesuré ; il est représenté par la partie postérieure du crâne seulement, soit l'occipital, et une partie des temporaux et des pariétaux. Toutefois il était allongé, dolichocéphale, avec une très forte saillie de la région cérébrale de l'occipital et des bosses pariétales; il devait appartenir à la race de *Baumes-Chaudes-Cro-Magnon*. Les sutures crâniennes sont ouvertes et peu compliquées.

Les *fémurs* et les *tibias*, incomplets, sont les seules pièces conservées du squelette.

Les fémurs ont leur diaphyse incomplètement soudée aux épiphyses.

Les tibias sont légèrement platycnémiques avec un indice de 64,52.

CORPS N° 17. ♂.

Fouilles de 1901.

Crâne incomplet; le frontal, les pariétaux et l'occipital persistent seuls. Les sutures craniennes sont ouvertes et les crêtes d'insertions musculaires bien marquées. Le crâne est allongé avec un indice céphalique 72,87. La glabelle ne fait aucune saillie et les arcades sourcillières sont nulles.

Le squelette des membres n'est représenté que par le fémur gauche, deux fragments appartenant aux tibias gauche et droit et un fragment de péroné.

Le *fémur* est fort, volumineux, les saillies musculaires sont accusées; la ligne âpre est saillante et rugueuse; le troisième trochanter fait défaut; la fosse hypotrochantérienne existe, bien qu'elle soit peu profonde.

Les *tibias* sont platycnémiques avec des indices respectifs de 63,15 et 64,10 pour les tibias gauche et droit.

Les péronés étaient cannelés.

La taille, calculée d'après le fémur gauche, serait de **1m582**.

CORPS No 18.

Fouilles de 1901.

Les débris de ce squelette appartiennent à un enfant qui devait être âgé de 8 à 10 ans au maximum.

Le crâne est complètement brisé ; les fémurs sont à peu près intacts ; le fémur gauche possède une fosse hypotrochantérienne très profonde, tandis qu'elle est beaucoup plus atténuée sur le fémur droit.

Les tibias étaient excessivement platycnémiques avec un indice de 51,72.

CORPS No 19. ♀.

Fouilles de 1901.

Le crâne.

Ce crâne qui est à peu près en bon état — il ne manque guère qu'une faible partie du frontal, du pariétal et du temporal droits — offre dans son ensemble un beau type très fin à ossature délicate ; il est allongé et étroit et nous offre une dolichocéphalie très accentuée, son indice céphalique s'abaissant à 71,87.

La *suture coronale* est complètement oblitérée ; il en est de même de la *suture sagittale* dans sa région antérieure, à tel point que l'on a de la peine à reconnaître le bregma ; les *sutures temporale* et *lambdoïde* sont, par contre, encore passablement ouvertes ; cette dernière est relativement compliquée. Comme pour le crâne masculin, no 1 de *Cro-Magnon*, « les os dont les limites étaient si difficiles à saisir du côté du front, se distinguent de plus en plus vers l'occiput, par l'intervention d'une suture sagittale de complication moyenne dont l'engrenage est de moins en moins serré d'avant en arrière, On voit que ce crâne rentre dans la *loi synostotique* de Gratiolet qui va s'appliquer d'ailleurs à tous les autres crânes de la même race [1] ».

Il est difficile de déterminer exactement la forme du ptérion, mais il est probable, d'après ce qui est visible, qu'il était en X.

D'autre part, il est intéressant de noter l'ouverture absolue de la suture basilaire ; l'apophyse basilaire de l'occipital est, en effet, complètement séparée du corps du sphénoïde. En règle générale, chez les races blanches, la suture basilaire est complètement synostosée avant l'apparition des dents de sagesse, tandis que ce n'est pas toujours le cas chez les races noires. Cette exception existait donc aussi chez les populations préhistoriques. Chez les Anthropoïdes la suture basilaire ne se ferme qu'après l'apparition des dents de sagesse.

Norma facialis (fig. 32). — La vue antérieure nous fait voir une région frontale normalement développée dans tous les sens ; le front est large, droit, avec des bosses frontales bien accusées. Les diamètres frontal minimum et frontal maximum sont respectivement de 95 et 117 mm.. donnant ainsi un indice stéphanique de 81,19.

Les arcades sus-orbitaires sont presque nulles, la glabelle large et plane ne forme pas de tubérosité ; les sinus frontaux sont en partie effacés ; la voûte cranienne est régulière et bien développée.

La face est large et basse, chamæprosope, avec un indice facial II de 47,62 ; les orbites sont rectangulaires, microsèmes, indice de 81,08 ; les bords sus-orbitaires sont tran-

---

[1] A. de Quatrefages et Hamy. *Crania Ethnica*, page 47.
Gratiolet avait formulé cette loi que, dans les races blanches, la synostose se fait d'arrière en avant, la suture fronto-pariétale restant plus longtemps ouverte que la lambdoïde, tandis que dans les races inférieures l'ordre d'oblitération est inverse. Hovelacque et Hervé, *Précis d'Anthropologie*, page 225.

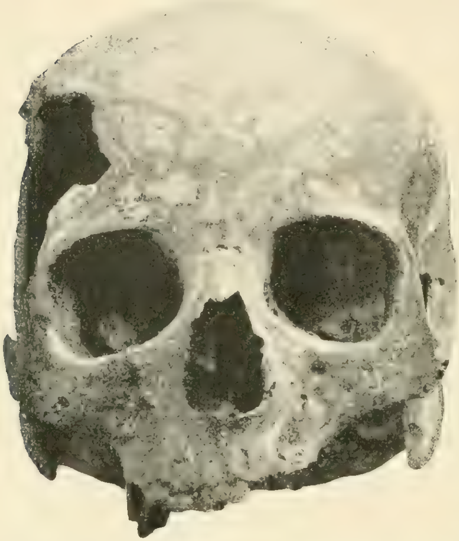


Fig. 32. — Crâne féminin n° 19. *Norma facialis.*

chants; les trous sus-orbitaires font défaut; il existe une légère échancrure sus-orbitaire du côté droit. La racine nasale est très large, plate, à peine enfoncée; l'indice nasal, leptorhinien est de 45,45. Les os malaires sont légèrement projetés en dehors; les fosses canines sont à peu près nulles. L'arcade dentaire est parabolique; les dents représentées seulement par la première incisive gauche, les deux incisives, la canine, les deux prémolaires et la première molaire droites sont très fortement usées, à usure oblique et externe, sauf pour la molaire dont l'usure est horizontale ou transversale.

Norma lateralis (fig. 33). — Le front monte presque droit, sa courbe antéro-postérieure est régulière et passablement allongée; elle mesure 115 mm. pour la région cérébrale frontale. Comme sur le crâne n° 2 de l'abri sous roche de Cro-Magnon, « ses bosses latérales haut placées sont assez bien limitées en dehors et s'étalent doucement en dedans[1] ». A partir des bosses frontales la courbe s'incline régulièrement jusqu'au bregma, après quoi elle est à peu près plane dans le tiers antérieur des pariétaux pour pren-

---

[1] A. de Quatrefages et Hamy, *Crania Ethnica,* page 82.

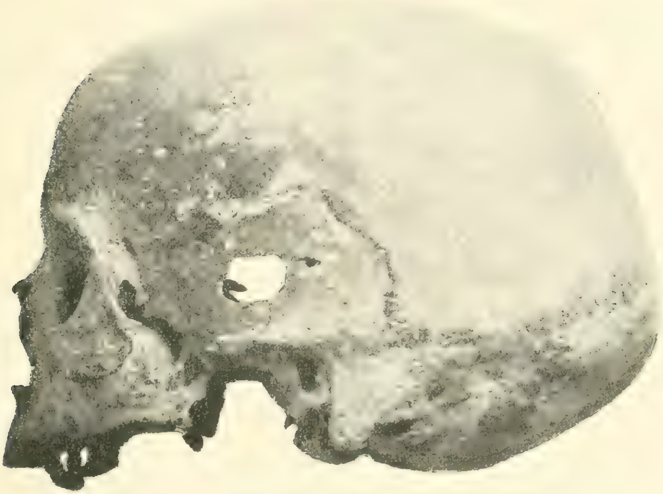


Fig. 33. — Crâne féminin n° 19. *Norma lateralis.*

dre ensuite la disposition caractéristique de la race de Baumes-Chaudes-Cro-Magnon, c'est-à-dire qu'elle présente un méplat obélique pour se continuer par une saillie en chignon de l'occiput, ce qui provoque une dolichocéphalie purement pariéto-occipitale, d'où une différence de 13 mm. entre le diamètre antéro-postérieur maximum et le diamètre antéro-postérieur iniaque. La courbe pariétale excessivement développée mesure 145 mm., chiffre considérable comparé au diamètre antéro-postérieur maximum (192 mm.). De même l'occipital offre une écaille dont la courbe ne mesure pas moins de 133 mm., la partie cérébrale atteignant 80 mm. A 27 mm. au-dessus de la protubérance externe la courbe s'infléchit en avant, provoquant de cette manière un bombement assez prononcé de la base du crâne; toute la morphologie de cette base n'est pas très mouvementée et dénote peu de vigueur, ce qui est fort naturel, notre crâne ayant appartenu à un individu féminin. Comme sur le crâne féminin de la sépulture néolithique de Brézé, près de Saumur *(Maine-et-Loire)* décrit par M. le Dr Verneau[1] et que M. Georges Hervé[2] rattache au type de Baumes-Chaudes-Cro-Magnon, les insertions musculaires sont peu prononcées; la ligne courbe supérieure est fort atténuée et la protubérance externe à peine visible. Les apophyses mastoïdes sont petites. Le crâne est relativement orthognathe avec un indice du prognathisme de 95,92.

Norma verticalis. — La vue d'en haut offre un contour ovalaire allongé, dolichopentagonal, et le diamètre transversal maximum, qui se trouve au niveau des bosses pariétales, est assez reculé en arrière.

Norma posterioralis. — Vu par derrière le crâne est très développé en hauteur (diamètre basilo-bregmatique = 132 mm.); sa région supérieure est arrondie; il y a proéminence très forte de l'écaille cérébrale de l'occipital; les parois latérales, droites, sont à peu près parallèles avec légère convergence vers la base.

Norma basalis. — Le trou de l'occipital situé passablement en arrière, présente des dimensions exiguës (35 mm. de long sur 28 mm. de large); la voûte palatine est peu profonde et le trou palatin antérieur offre des dimensions considérables.

Capacité cranienne. — Il n'est pas possible d'employer la méthode de Broca pour déterminer la capacité de ce crâne. D'après la méthode de l'indice cubique elle serait considérable et atteindrait 1614 cm^3, ce qui est énorme. Il est vrai que les trois diamètres antéro-postérieur maximum, transverse maximum et basilo-bregmatique présentent de belles dimensions : 192, 138 et 132 mm. Le poids du cerveau serait ainsi de 1404 grammes.

---

[1] Dr R. Verneau, *Sur une sépulture néolithique de l'Anjou,* « Bull. Soc Anthrop. » Paris, 1877, page 103.

[2] G. Hervé, *Distribution en France de la race néolithique de Baumes-Chaudes-Cro-Magnon,* « Revue Ecole d'Anthropologie, » Paris, 1894, page 121.

Mandibule. — La mandibule robuste est en parfait état; sur sa face antérieure, elle nous présente une saillie médiane oblique en bas et en avant ; l'angle de la symphyse est de 71° ; la saillie mentonnière n'est pas très large, mais elle est proéminente. Les apophyses géni ne sont pas très développées; les gouttières mylo-hyoïdiennes sont profondes et les empreintes digastriques sont bien marquées.

La mâchoire inférieure est intacte. Alors qu'il n'existait à la mâchoire supérieure que la première incisive gauche, les deux incisives, la canine, les deux prémolaires et la première molaire droites, toutes dents fortement atteintes par l'usure, il reste encore sur la mâchoire inférieure : 1° pour le côté gauche : la canine et les trois molaires; les deux incisives et les deux prémolaires n'existent plus, mais la disparition des deux incisives et de la première prémolaire est certainement posthume, leurs alvéoles ne présentent aucune trace de cicatrisation ; 2° pour le côté droit : la deuxième incisive, la canine, la première prémolaire, la deuxième et la troisième molaires. La perte de la première incisive nous paraît être posthume.

Toutes ces dents, comme celles de la mâchoire supérieure, sont fortement usées ; les cuspides et une forte partie de la couronne ont disparu. Le plan de l'usure est généralement oblique de haut en bas et de dehors en dedans ; ceci est surtout exact pour la canine et la première molaire gauches, la canine, la première prémolaire et la troisième molaire droites ; le plan de l'inclinaison de l'usure est à peu près horizontal pour la deuxième et la troisième molaires gauches, ainsi que pour la deuxième molaire droite.

Les molaires de la femme de Chamblandes n° 19, examinées au point de vue de leur volume, nous ont donné les chiffres suivants :

	DIAMÈTRES antéro-postérieur.	transversal.	moyen.
1re molaire gauche . .	9 mm.	11 mm.	10 mm.
2e » » . .	9	11	10
3e » » . .	11	11	11
2e » droite . .	11	10	10,5
3e « » . .	11,5	11	11,25

Dans les races européennes le volume des trois molaires diminue généralement de la première à la troisième, la dent de sagesse présentant très souvent un volume bien inférieur aux deux molaires précédentes (quelquefois même elle fait totalement défaut), tandis que dans les races inférieures, les races nègres en particulier, c'est le contraire qui a lieu, comme c'est le cas pour les Anthropoïdes et la race humaine préhistorique de Neanderthal ou de Spy. Nous pouvons donc conclure, comme l'a déjà fait M. L. Testut pour la mâchoire du squelette quaternaire de Chancelade[1], que la mâchoire de la femme nº 19 de Chamblandes s'éloigne par ce caractère des races européennes actuelles pour se rapprocher des races nègres, ainsi que des mâchoires quaternaires de Spy et de la Naulette. D'autre part, si nous considérons le rapport de la dent de sagesse avec le maxillaire, nous voyons que, comme sur la mâchoire de Chancelade[2], elle est séparée de la branche montante par un intervalle qui atteint un centimètre au minimum, disposition que M. Testut considère comme un caractère d'infériorité, la troisième molaire s'appliquant le plus souvent contre la branche du maxillaire et ne trouvant pas même chez quelques sujets l'espace nécessaire à son évolution.

---

[1] L. Testut, *Le squelette quaternaire de Chancelade*, page 179.

[2] L. Testut, *loc. cit.*, pages 179 et 180.

Rayons et angles auriculaires.

Rayon	maxillaire	83 mm.
»	nasal	81
»	sus-orbitaire	90
»	bregmatique	115
»	lambdoïdien	123
»	iniaque	80
»	opisthiaque	49
Angle	facial	41°
»	sous-cérébral	7°
»	frontal cérébral	55°
»	» total	62°
»	pariétal	66°
»	occipital cérébral	40°
»	» cérébelleux	19°
»	» total	59°
«	cérébral total	180°

On remarquera que les rayons bregmatique et lambdoïdien sont très grands, ce qui est dû principalement aux grandes dimensions verticales du crâne, ainsi qu'à sa dolichocéphalie pariéto-occipitale. De même la comparaison des angles auriculaires met en évidence, en ce qui concerne les différentes portions de l'encéphale : 1° l'égalité relative des régions frontale et occipitale ; 2° le développement considérable de sa région pariétale ; 3° le développement considérable de la portion cérébrale de l'occipital par rapport à sa portion cérébelleuse.

Comme on a pu s'en rendre compte par la description ci-dessus, ce crâne est absolument typique, en tant que pièce féminine, de la race quaternaire de *Laugerie-Chancelade :* on doit le considérer comme appartenant à sa descendante directe, la race néolithique de *Cro-Magnon* ou *dolichocéphale ancienne* qui, d'après M. le professeur

Georges Hervé, constituerait la race de *Baumes-Chaudes-Cro-Magnon.*

Enfin ce crâne est identique à une autre pièce féminine du musée Broca, à Paris, provenant de la grotte sépulcrale néolithique de *Cravanches*, située à trois kilomètres nord-ouest de Belfort et qui fut explorée par M. Bernard en 1877[1]. Ce crâne, d'après Broca, appartenait à une race succédant directement, avec de légères atténuations, à la race de Cro-Magnon[2]. Pour M. le Dr Hervé, le crâne de Belfort est absolument démonstratif en tant que témoin de la survivance dans l'est de la Gaule, au néolithique, de la vieille population magdalénienne. Il est typique par sa dolichocéphalie occipitale (d'où une différence de 14 mm. entre le diamètre antéro-postérieur maximum et le diamètre iniaque), par ses grandes dimensions, par ses formes légères et adoucies, par ses différents indices enfin, qui ne seraient pas déplacés dans l'une quelconque des séries lozériennes[3]. »

Cette définition, on le voit, correspond absolument à notre crâne. D'autre part, il suffit simplement de mettre en regard les principaux indices de ces deux crânes pour être convaincu qu'ils appartiennent bien à la même race :

	Belfort.	Chamblandes.
Indice céphalique	72,9 mm.	71,87 mm.
» de hauteur-longueur	69,4	68,75
» de hauteur-largeur .	95,1	95,65
» frontal	84,1	81,19 (?)
» facial I	64,2	62,69
» orbitaire	82,5	81,08
» nasal	45,9	45,45

---

[1] Bernard, *Sur une caverne découverte à Cravanches-Belfort,* « Bull. Soc. Anthrop. », Paris, 1877, page 251.

[2] « Bull. Soc. Anthrop. », Paris, 1877, page 257.

[3] Georges Hervé, *La race de Baumes-Chaudes-Cro-Magnon,* « Revue Ecole d'Antrop. », Paris, 1894, page 116.

Il résulte de l'examen de ces chiffres que la seule différence sensible existe dans les dimensions transversales de l'os frontal, mais comme la région latérale droite de notre frontal n'est pas intacte, le diamètre frontal maximum a été approximativement mesuré.

Nous voyons donc qu'il existe, non pas seulement un air de famille plus ou moins lointain, mais une ressemblance frappante, une parenté ethnique certaine entre notre crâne de Chamblandes et ceux qui sont caractéristiques de la race de Baumes-Chaudes-Cro-Magnon.

Il nous est donc permis de conlure que le crâne féminin nº 19 de Chamblandes appartient bien à la race de *Baumes-Chaudes-Cro-Magnon*.

Squelette du tronc.

Le squelette du tronc est en mavais état et ne peut être utilement étudié.

Squelette des membres.

Omoplates.

L'omoplate gauche existe seule. Voici ses dimensions :

Longueur totale	142 mm.
» sous-épineuse	99
Largeur	98
Indice scapulaire	69,01
» sous-épineux.	98,99

Clavicules. — Chaque clavicule mesure une longueur de 128 mm. Elles se différencient des clavicules des squelettes actuels par leur gracilité, leur degré de courbure excessivement accentué et leur forme plus ou moins cylindrique.

Humérus. — Les humérus sont forts, vigoureux, pour un squelette féminin ; le V deltoïdien, la gouttière radiale, la gouttière bicipitale et la dépression sous-deltoïdienne sont fortement accusés. L'humérus droit présente la perforation olécranienne.

Cubitus. — Le cubitus gauche manque ; le cubitus droit, vigoureux, est brisé, mais sa région supérieure peut être mesurée.

	Droit.
Distance du bec de l'olécrâne au plan horizontal	34 mm.
» sommet de l'apophyse coronoïde au plan horizontal	31
» de la cavité sigmoïde au plan horizontal	26

Bassin.

Largeur maxima du bassin .	268 mm.
Hauteur » »	200
Largeur biiliaque	236
» » inférieure .	176
» sous-cotyloïdienne .	154
Diamètre sacro pubien . . .	102
» sacro-sous-pubien .	110
» transverse maximum	135
» oblique du détroit .	128
» sacro-pubien infér.	110
Largeur biischiatique . . .	130
» maxima du sacrum .	115
Hauteur de la face antér. ou pelvienne du sacrum	86
Flèche	33
Hauteur articulaire de la symphyse pubienne . .	40

Indices.

Indice général du bassin ou indice pelvien	134 mm.
Rapport de la hauteur maxima à la largeur maxima	74,63
Rapport de la largeur sous-cotyloïdienne à la largeur maxima	57,46
Indice du détroit supérieur	38,37
Rapport de la flèche à la hauteur du sacrum	133,72

Fémurs. — Les deux fémurs sont intacts et trapus, volumineux ; ils mesurent respectivement 386 et 387 mm. L'indice de platymérie est de 77,42 pour le fémur gauche et 71,87 pour le fémur droit. L'indice pilastrique est de 100 pour chaque fémur.

Tibias. — Les tibias sont platycnémiques : indice = 60. La tête d'articulation supérieure est assez fortement rétroversée, les facettes astragaliennes sont très fortement dessinées. La longueur totale des tibias est de 315 mm.

Calcanéum.

	Droit
Longueur totale T. . .	73
» du talon t . .	53
Largeur du talon . . .	24
Hauteur du talon . . .	36
Rapport (T = 100) . .	72,60

La facette astragalienne antéro-interne de la face supérieure du calcanéum est divisée en deux parties par un espace transversal très large à tel point que sa partie antérieure est à peu près nulle.

Astragale.

	Gauche	Droit.
Longueur totale . . .	51 mm.	51 mm.
» de la poulie astragalienne	34 »	34 »
Largeur de la poulie astragalienne	31 »	31 »

L'astragale du côté droit présente un os trigone superbement développé.

Taille.

Humérus gauche, longueur 270 mm. + 2 = 1 m. 450 Taille cadavre.
1 m. 450 — 20 = 1 m. 430 » vivant.
» droit, longueur 270 mm. + 2 = 1 m. 450 » cadavre.
1 m. 450 — 20 = 1 m. 430 » vivant.

Fémur gauche,	»	386 mm. + 2 = 1 m. 488	Taille	cadavre.
		1 m. 488 — 20 = 1 m. 468	»	vivant.
» droit,	»	386 mm. + 2 = 1 m. 488	»	cadavre.
		1 m. 488 — 20 = 1 m. 468	»	vivant.
Tibia gauche,	»	315 mm. + 2 = 1 m. 503	»	cadavre.
		1 m. 503 — 20 = 1 m. 483	»	vivant.
» droit,	»	315 mm. + 2 = 1 m. 503	»	cadavre.
		1 m. 503 — 20 = 1 m. 483	»	vivant.

Taille moyenne sur le vivant = **1^{m}46.**

Bien que la taille de la femme n° 19 de Chamblandes soit faible, elle se rattache, par la vigueur et la forme de ses os, comme par les caractères de son crâne, à la race de *Baumes-Chaudes-Cro-Magnon*.

CORPS N° 20.

Fouilles de 1901.

Le crâne.

Crâne ayant appartenu à un jeune enfant de 6 à 7 ans et représenté seulement par le frontal, les pariétaux et l'occipital, ce dernier n'étant pas complet dans sa région cérébelleuse. Les sutures sont simples ; la suture métopique est complètement oblitérée ; le frontal est droit, avec des bosses saillantes. L'aspect général de ce crâne est le même que celui du corps n° 19. L'indice céphalique est de 75 ; l'indice frontal atteint 82.42. Les ossements qui accompagnent ce crâne sont en trop mauvais état pour être étudiés.

CORPS N° 21.

SEXE INCERTAIN. ♀ ?

Fouilles de 1901.

Le crâne.

Ce crâne, en mauvais état, n'est représenté que par la calotte cranienne, soit par la moitié postérieure du frontal, les deux pariétaux et la région cérébrale de l'occipital. Les sutures craniennes sont ouvertes, mais la *suture coronale* est d'une très grande simplicité, tandis que la *suture lambdoïde* est relativement compliquée. Les bosses pariétales sont bien développées ; l'indice céphalique ne peut être calculé, mais, par sa forme, le crâne était sûrement dolichocéphale.

Mandibule. — La mandibule est assez en bon état ; la branche montante gauche manque seule. Les quatre incisives, les deux canines, la deuxième et la première molaires gauches (cette dernière est cariée), la première prémolaire et la deuxième molaire droites existent. L'usure pour les incisives est intense, externe et oblique du haut en bas ; les autres dents ne présentent aucune trace d'usure. La branche montante est relativement droite, la ligne symphysienne et le point mentonnier sont saillants ; les apophyses géni sont bien développées, les empreintes digastriques nulles. La branche horizontale présente une arcade alvéolaire hyperbolique. La mandibule est en partie recouverte du côté externe d'une couche de tuf.

Squelette des membres.

Les *omoplates* font défaut ; les *clavicules* existent et mesurent 130 mm. de longueur.

Les deux *humérus* sont entiers et mesurent chacun 290 mm. ; les *radius* mesurent 216 mm. et 217 mm. Les *cubitus* sont intacts ; le cubitus droit est très fortement incurvé dans sa région supérieure, dénotant ainsi une suractivité musculaire très accentuée. Voici leurs dimensions :

	Gauche.	Droit.
Longueur totale	236 mm.	236 mm.
Distance du bec de l'olécrâne au plan horizontal	28 »	37 »
Distance du sommet de l'apophyse coronoïde au plan horizontal . . .	32 »	41 »
Distance de la cavité sigmoïde au plan horizontal	22 »	30 »

Les *fémurs* sont en mauvais état ; leur indice de platymérie est de 70 ; l'indice pilastrique atteint 95,77 pour le fémur gauche et 100 pour le fémur droit.

Les *tibias* sont brisés ; leur indice de platycnémie est de 64,52 pour le tibia gauche et 65,63 pour le tibia droit. La platycnémie est ainsi relativement faible. Les péronés font défaut, ainsi que les os du pied.

Taille.

Calculée d'après les deux humérus et les deux radius, la taille est la suivante :

Humérus, longueur	290 mm.	+ 2	= 1 m. 543	Taille	cadavre.
	1 m. 543	— 20	= 1 m. 523	»	vivant.
Radius, longueur moyenne	$216^{mm}5$	+ 2	= 1 m. 568	»	cadavre.
	1 m. 568	— 20	= 1 m. 548	»	vivant.

Taille moyenne sur le vivant = **1^{m}535.**

CORPS No 22 ♂.

Fouilles de 1901.

Le crâne.

Ce crâne, au premier abord, présente des caractères absolument néanderthaloïdes ; en effet, son aspect est bestial, les arcades sourcilières sont bien accentuées, les sinus frontaux fortement développés, et, par suite, la glabelle saillante.

La *suture coronale* et la *suture sagittale* sont complètement oblitérées ; la *suture lambdoïde* n'est pas encore synostosée.

Norma facialis. — Le front est bas, fuyant, et le crâne est dolichocéphale, avec un indice céphalique de 74.12.

Le rapport des diamètres frontal maximum et frontal minimum donne un indice de 89.72.

Les cavités orbitaires obliquement dirigées de dedans en dehors sont profondes et microsèmes (indice de 79.49) ;

les bords sus-orbitaires sont pourvus de très larges échancrures.

Le nez est large, platyrhinien, légèrement déprimé à la racine (indice de 53.19); l'épine nasale est peu développée; le bord inférieur des fosses nasales est mousse et s'incline

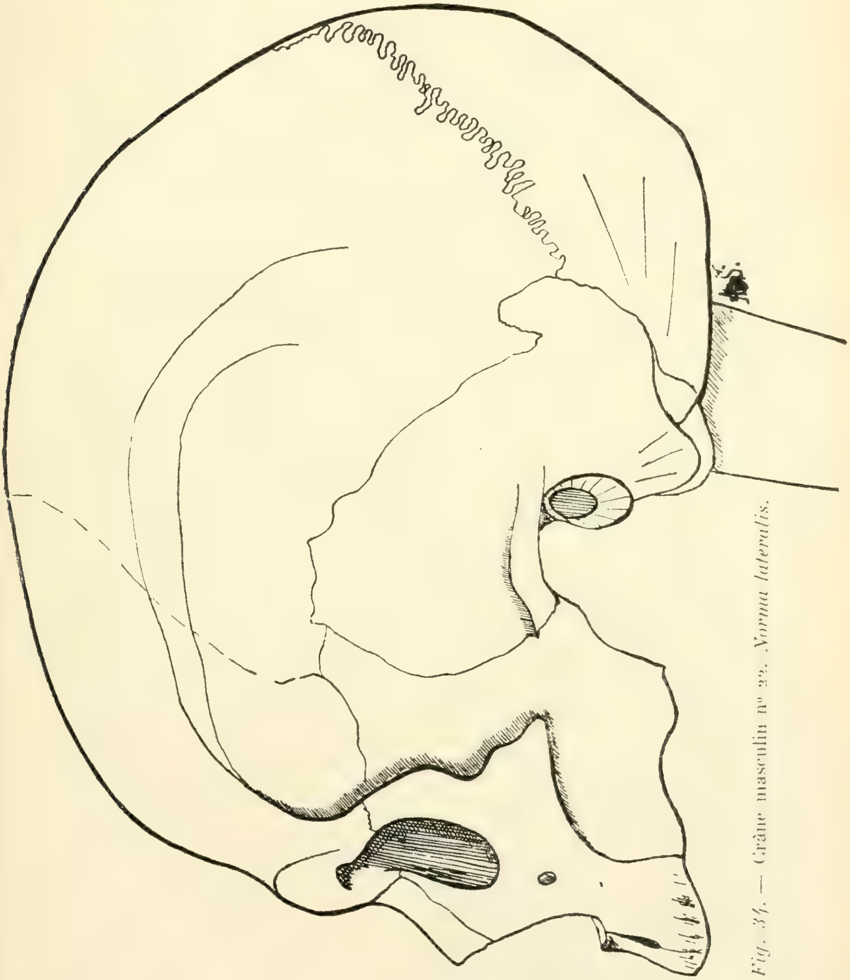


Fig. 34. — Crâne masculin n° 22. *Norma lateralis.*

un peu en bas de manière à former une légère gouttière ; les pommettes sont petites et les fosses canines relativement profondes. A la mâchoire supérieure, les dents ne sont plus représentées que par la deuxième incisive gauche, la première prémolaire et la première molaire droites.

Norma lateralis (fig. 34). — Vu de profil, le crâne montre une courbe antéro-postérieure s'élevant lentement à partir d'un point situé à 1.5 cm. au-dessus de l'ophryon jusqu'à 2 cm. au delà du bregma, après quoi la courbe redescend régulièrement, sans méplat jusqu'à l'inion ; le lambda est élevé ; la base du crâne est aplatie. Le ptérion est en H.

Norma posterioralis. — La voûte cranienne a un contour ogival ; les crêtes musculaires sont basses et peu développées.

Norma basalis. — Vu par la base, le crâne présente une arcade alvéolaire à branches nettement parallèles.

La *capacité cranienne*, calculée approximativement, est de 1401 cm^3 ; le poids du cerveau serait donc de 1218 gr.

Mandibule. — La mandibule est en bon état ; l'apophyse coronoïde gauche manque seule ; la branche montante est basse, mais la branche horizontale est haute et épaisse. Les molaires droites, la première et la troisième molaires gauches manquent. Les apophyses géni, bien que petites, sont nettement marquées ; les empreintes digastriques sont nulles. Les dents sont toutes usées de dedans en dehors et de haut en bas ; les alvéoles des dents absentes sont oblitérés.

Rayons et angles auriculaires.

Rayon	maxillaire	97 mm.
»	nasal	88
»	sus-orbitaire	97
»	bregmatique	113
»	lambdoïdien	109
»	iniaque	77
»	opisthiaque	48

Angle facial	41°5 mm.
» sous-cérébral	13°
» frontal-cérébral	51°5
» frontal total	64°5
» pariétal	55°5
» occipital cérébral . . .	50°
» » cérébelleux . .	18°
» » total	68°
» cranien total	175°

Par tous ses caractères, ce crâne présente des rapports intermédiaires entre le type de Néanderthal et le type de Cro-Magnon. Par la forme de sa région frontale, il se rapproche du premier, tandis qu'il est identique au second, par la hauteur de sa région pariétale et par la forme ogivale de sa voûte qui pourrait le faire considérer comme légèrement hypsicéphale. Peut-être avons-nous là un type mixte provenant d'un métissage des successeurs de la race de Néanderthal avec des représentants de la race de Cro-Magnon, ou, peut-être aussi, les caractères néanderthaloïdes que ce crâne présente sont-ils des caractères ataviques ??

Squelette des membres.

Les deux *humérus* sont incomplets, mais ils sont très vigoureux, courts, trapus, avec une courbure très accentuée de la région supérieure et tous les caractères d'une musculature très développée. Il n'y a pas de perforation olécranienne.

Les *radius* sont aussi très robustes et mesurent 234 mm. pour le radius gauche et 230 mm. pour le radius droit.

Le *cubitus* droit existe seul ; il est fortement développé avec une incurvation accentuée de sa région olécranienne.

Voici ses dimensions :

Longueur totale	256 mm.
Distance du bec de l'olécrane au plan horizontal	36

Distance du sommet de l'apophyse coronoïde au plan horizontal . . . . . . 41 mm.

Distance de la cavité sigmoïde au plan horizontal. 28

Les deux *fémurs* sont intacts et mesurent en position 410 mm. ; les indices de platymérie sont respectivement de 75.76 et 76.47 pour les fémurs gauche et droit, la saillie pilastrique est très développée ainsi qu'il ressort des indices pilastriques suivants : 112 pour le fémur gauche et 111.54 pour le fémur droit. La crête hypotrochantérienne est nettement dessinée sur les deux fémurs, mais il n'y a pas de troisième trochanter.

Les *tibias* mesurent respectivement 342 et 337 mm. Les têtes d'articulation supérieures sont fortement rétroversées en arrière et les facettes astragaliennes bien développées. La platycnémie est tout ce qu'il y a de plus accentuée, l'indice de platycnémie s'abaissant à 52.63 pour le tibia gauche et à 48.72 pour le tibia droit. L'on voit ici que l'aplatissement transversal du tibia, très exagéré, marche de pair avec une forte rétroversion de la tête d'articulation supérieure de cet os, des facettes astragaliennes nettement dessinées et une saillie pilastrique fémorale très développée.

Les *péronés* sont, eux aussi, très vigoureux, cannelés, mais incomplets.

Taille.

Radius gauche, longueur	234 mm.	+ 2	= 1 m. 644	Taille	cadavre.
	1 m. 644	— 20	= 1 m. 624	»	vivant.
» droit, »	230 mm.	+ 2	= 1 m. 634	»	cadavre.
	1 m. 634	— 20	= 1 m. 614	»	vivant.
Cubitus » »	256 mm.	+ 2	= 1 m. 659	»	cadavre.
	1 m. 659	— 20	= 1 m. 639	»	vivant.
Fémur gauche, »	410 mm.	+ 2	= 1 m. 595	»	cadavre.
	1 m. 595	— 20	= 1 m. 575	»	vivant.
» droit, »	410 mm.	+ 2	= 1 m. 595	»	cadavre.
	1 m. 595	— 20	= 1 m. 575	»	vivant.

Tibia gauche,	»	342 mm. + 2 = 1 m. 617	»	cadavre.
		1 m. 617 — 20 = 1 m. 597	»	vivant.
» droit,	»	337 mm. + 2 = 1 m. 602	»	cadavre.
		1 m. 602 — 20 = 1 m. 582	»	vivant.

Taille moyenne sur le vivant = **1^{m}60.**

CORPS N° 23.

Fouilles de 1901.

Squelette de jeune enfant âgé d'un à deux ans.

CORPS N° 24. ♂.

Le crâne.

Le squelette de la face, les temporaux et les os de la base du crâne manquent complètement. Toutefois, l'indice céphalique peut être calculé ; il atteint 78.16. Le crâne est donc mésaticéphale. Toutes les sutures sont ouvertes ; la *suture coronale* est d'une très grande simplicité.

Le crâne présente un contour subpentagonal très caractéristique ; les bosses pariétales sont saillantes et l'écaille de l'occipital forme un léger chignon.

Mandibule. — La mandibule est absolument intacte ; toutes les dents existent, mais les dents de sagesse ne sont pas encore développées. L'usure des dents est à peu près horizontale ; l'arcade alvéolaire est elliptique ; la branche montante est courte, mais large ; l'échancrure sigmoïde peu profonde. La branche horizontale est élevée, le menton large et la ligne symphysienne légèrement saillante dans sa région inférieure. Les apophyses géni et les gouttières mylo-hyoïdiennes sont bien marquées ; par contre, les empreintes digastriques sont peu accusées.

Squelette des membres.

Les os des membres supérieurs ne présentent rien de particulier ; les *clavicules* ont une longueur de 127 mm. ; les *humérus* mesurent respectivement 276 et 280 mm. ; les *radius* 210 et 208 mm. Le *cubitus* droit fait défaut ; le *cubitus* gauche mesure :

Longueur totale	217 mm.
Distance du bec de l'olécrâne au plan horizontal	35
Distance de l'apophyse coronoïde au plan horizontal	39
Distance de la cavité sigmoïde au plan horizontal	27

Sur les *fémurs*, les fossettes hypotrochantériennes sont excessivement développées, mais il n'y a pas de troisième trochanter. Leur longueur est de 398 mm. La platymérie est plus accentuée sur le fémur droit que sur le fémur gauche ; les indices de platymérie sont, en effet, de 70.97 pour le fémur gauche et 68.75 pour le fémur droit ; par contre, les colonnes pilastriques sont également peu développées, l'indice pilastrique étant de 100 pour les deux fémurs.

Les *tibias* mesurent 318 et 320 mm. de long ; la platycnémie est plutôt faible ; les indices platycnémiques sont de 68.75 et 66.67. Les facettes astragaliennes existent.

Le péroné droit mesure 312 mm.

Calcanéum.

	Gauche.	Droit.
Longueur totale. T	67 mm.	67 mm.
» du talon. t	47	47
Largeur du talon	26	27
Hauteur »	34	36
Rapport T = 100 : t.	70.15	70.15

Astragale.

	Gauche.	Droit.
Longueur totale	48 mm.	46 mm.
Longueur de la poulie astragalienne	30	30
Largeur de la poulie astragalienne	28	28

Les os trigones sont bien développés et constituent une apophyse atteignant une longueur de un centimètre.

Taille.

Humérus gauche, longueur	276 mm.	+ 2	= 1 m. 460	Taille	cadavre.
	1 m. 460	— 20	= 1 m. 440	»	vivant.
» droit, longueur	280 mm.	+ 2	= 1 m. 480	»	cadavre.
	1 m. 480	— 20	= 1 m. 460	»	vivant.
Radius gauche, »	210 mm.	+ 2	= 1 m. 507	»	cadavre.
	1 m. 507	— 20	= 1 m. 487	»	vivant.
» droit, »	208 mm.	+ 2	= 1 m. 493	»	cadavre.
	1 m. 493	— 20	= 1 m. 473	»	vivant.
Cubitus gauche, »	217 mm.	+ 2	= 1 m. 458	»	cadavre.
	1 m. 458	— 20	= 1 m. 438	»	vivant.
Fémur » »	398 mm.	+ 2	= 1 m. 534	»	cadavre.
	1 m. 534	— 20	= 1 m. 514	»	vivant.
» droit, »	398 mm.	+ 2	= 1 m. 534	»	cadavre.
	1 m. 534	— 20	= 1 m. 514	»	vivant.
Tibia gauche, »	318 mm.	+ 2	= 1 m. 532	»	cadavre.
	1 m. 532	— 20	= 1 m. 512	»	vivant.
» droit, »	320 mm.	+ 2	= 1 m. 550	»	cadavre.
	1 m. 550	— 20	= 1 m. 530	»	vivant.
Péroné droit, »	312 mm.	+ 2	= 1 m. 513	»	cadavre.
	1 m. 513	— 20	= 1 m. 493	»	vivant.

Taille moyenne sur le vivant = **1^{m}486.**

CORPS n° 25. ♀

Fouilles de 1901.

Le crâne.

Le squelette du crâne est complet, mais le squelette de la face manque, à l'exception de la mandibule qui est intacte. Les sutures craniennes sont simples, sauf la *suture lambdoïde* qui est très compliquée et ouverte ; par contre la *suture sagittale* est oblitérée et la *suture coronale* est fermée dans la région du bregma. Le crâne est dolichocéphale avec un indice céphalique de 74.16. Le frontal est étroit, la glabelle est plane, les arcades sourcilières sont nulles, mais les bosses frontales sont bien accentuées et rapprochées l'une de l'autre près de la ligne médiane. L'indice stéphanique est de 91.51.

La vue de profil montre une courbe antéro-postérieure régulière, avec un léger chignon de la région occipitale. La vue d'en haut offre un contour ovalaire dolichopentagonal avec saillie des bosses pariétales et rétrécissement occipital.

Capacité cranienne. — La capacité cranienne approchée est de 1327 cm³; le poids du cerveau de 1154 grammes. Ce crâne paraît appartenir à la race de *Baumes-Chaudes-Cro-Magnon :* cependant il s'en différencie par sa faible capacité cranienne.

Mandibule. — La mâchoire inférieure est en parfait état ; seule la couronne de la canine droite est brisée. La branche montante est basse ; le point mentonnier proéminent ; les apophyses géni, bien que la mâchoire inférieure ait appartenu à un sujet féminin et jeune encore (les dents de sagesse ne sont pas complètement développées), sont volumineuses, ce qui contraste un peu avec le reste de la mâchoire dont les contours sont plutôt adoucis. L'usure des dents est à peu près nulle.

Rayons et angles auriculaires.

Rayon nasal	85 mm.
» sus-orbitaire . . .	92
» bregmatique . . .	109
» lambdoïdien . . .	106
» iniaque	73
» opisthiaque . . .	39
Angle frontal sous-cérébral .	11°
» frontal cérébral . .	55°5
» frontal total. . . .	66°5

Angle	pariétal	63°
»	occipital cérébral	41°
»	» cérébelleux	26°
»	» total	67°
»	cranien total	185°5

Squelette des membres.

La *clavicule* droite mesure 115 mm.

Bien que les dents de sagesse soient en parties développées à la mâchoire inférieure les épiphyses des os longs ne sont pas encore complètement soudées aux diaphyses.

Il est intéressant de constater que ce crâne présente une suture sagittale complètement synostosée, une suture coronale en partie oblitérée, alors que les dents de sagesse ne sont pas encore complètement développées et les épiphyses des os longs incomplètement soudées aux diaphyses; cependant le crâne est normal; il n'y a pas trace d'*acrocéphalie* ou d'*oxycéphalie*.

Les *humérus* sont, malgré l'âge et le sexe, remarquables par leur forte incurvation supérieure; l'humérus gauche est incomplet; l'humérus droit mesure 250 mm.

Les *radius* sont brisés.

Les *cubitus* à forte incurvation antéro-postérieure ont une longueur égale de 206 mm.

	Gauche.	Droit.
Longueur totale	206 mm.	206 mm.
Hauteur du bec de l'olécrâne au plan horizontal	36	36
Hauteur de l'apophyse coronoïde au plan horizontal	40	40
Hauteur de la cavité sigmoïde au plan horizontal	25	25

Les *fémurs* sont incomplets, mais ils possèdent des fossettes hypotrochantériennes très développées. Les indices de platymérie sont respectivement de 69.23 et 72. Les indices pilastriques très élevés atteignent 121.05 et 115 pour les fémurs gauche et droit, indiquant ainsi une forte saillie pilastrique.

Le *tibia* gauche a une longueur de 280 mm. ; la platycnémie est nulle ; les indices sont de 70.37 et 73.08. Les facettes astragaliennes sont bien dessinées.

Le péroné droit mesure 268 mm.

Calcanéum.

Longueur totale T	61	63
» du talon	47	46
Largeur du talon : t . . .	23	23
Hauteur du talon	29	30
Rapport T = 100 : t . . .	77.05	73,02

Astragale.

Longueur totale	46	44
» de la poulie astragalienne	24	28
Largeur » » »	27	27

Taille.

Humérus droit, longueur 250 mm. + 2 = 1 m. 363 Taille cadavre.
1 m. 363 — 20 = 1 m. 343 » vivant.
Cubitus gauche, » 206 mm. + 2 = 1 m. 431 » cadavre.
1 m. 431 — 20 = 1 m. 411 » vivant.
» droit, » 206 mm. + 2 = 1 m. 431 » cadavre.
1 m. 431 — 20 = 1 m. 411 » vivant.
Tibia gauche, » 280 mm. + 2 = 1 m. 368 » cadavre.
1 m. 368 — 20 = 1 m. 348 » vivant.
Péroné droit, » 268 mm. + 2 = 1 m. 317 » cadavre.
1 m. 317 — 20 = 1 m. 297 » vivant.

Taille moyenne sur le vivant = **1m356.**

Ossements divers.

Fouilles de 1894.

Un certain nombre de ces os appartiennent vraisemblablement au corps n° 3, mais comme ils ont été mélangés avec d'autres, il est impossible de dire exactement quels sont ceux qui reviennent à cet individu. Nous avons un fémur entier et deux fragments de fémur ; deux tibias entiers et trois fragments de tibias ; un humérus entier et trois fragments d'humérus ; trois fragments de fémur.

Ces ossements appartiennent tous à des individus masculins. Dans les tableaux nous les désignerons sous la rubrique : *Ossements divers*, soit O. D.

Fouilles de 1901.

Les ossements divers qui rentrent dans cette catégorie proviennent de squelettes rejetés au fond de la tombe n° 5. Ils se composent :

1° D'un crâne masculin en parfait état, auquel nous donnerons le n° 26 ;

2° De deux fragments de fémurs ;

3° De trois fragments de tibias.

Ces ossements seront désignés dans les tableaux comme ceux de 1894 sous la rubrique : *Ossements divers*, soit O. D.

Crâne n° 26.

Ce crâne qui se trouvait rejeté au-dessous des squelettes de la sépulture n° 5 est en parfait état ; il a appartenu à un individu âgé de 50 à 60 ans (car toutes les sutures sont en partie oblitérées), et excessivement robuste.

Bien que dolichocéphale (indice céphalique de 75.26) ce crâne se sépare, par son aspect général de la majorité de ceux que nous avons étudiés jusqu'à présent, sauf peut-être du crâne n° 4.

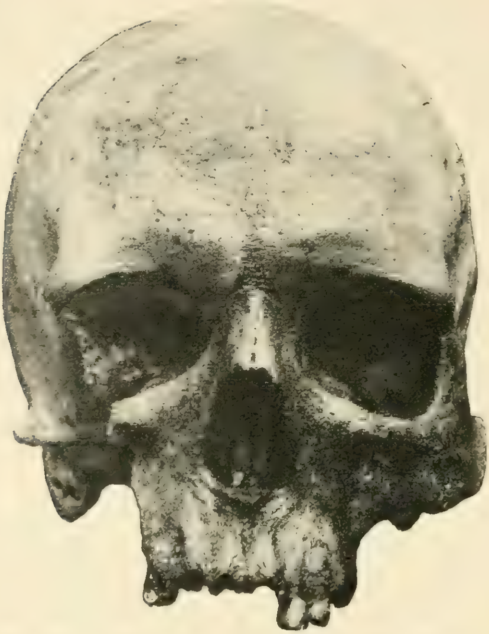


Fig. 35. — Crâne masculin nº 26. *Norma facialis.*

Norma facialis (fig. 35). — La vue de face montre un front ne s'élargissant que faiblement en montant, les crêtes temporales du frontal étant peu divergentes; il s'en suit que l'indice frontal est élevé et atteint 86.07. La glabelle est assez bien accentuée; les arcades sourcilières sont bien développées du côté interne où elles forment deux saillies rugueuses, mais elles s'effacent complètement sur les bords externes du frontal. Les bosses frontales sont bien marquées et il existe même une légère crête médio-frontale. Les orbites sont rectangulaires, profondes, microsèmes, avec un indice de 82.50. Le nez est allongé, leptorhinien, indice nasal de 42.59; l'épine nasale est pointue, les bords inférieurs de l'orifice nasal sont tranchants; les os propres du nez étroits et légèrement projetés. Les os malaires sont volumineux. La face est fortement leptoprosope.

Norma lateralis (fig. 36). — La vue de profil offre une courbe médiane antéro-postérieure dessinant une saillie assez considérable de la glabelle et des arcades sourcilières, un front légèrement fuyant, s'élevant en une courbe régulière des bosses frontales au bregma.

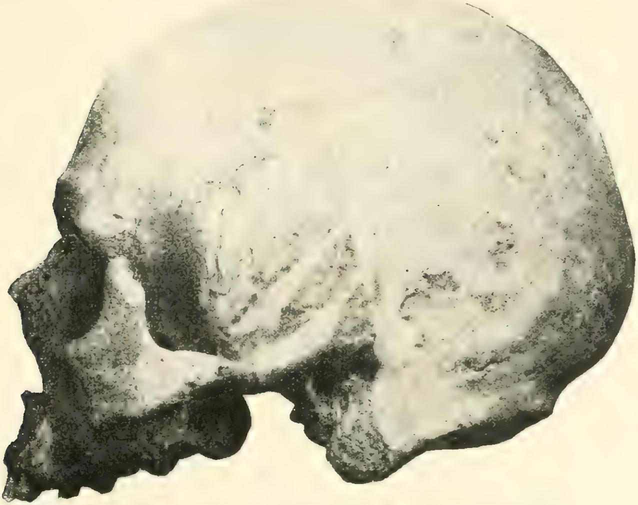


Fig. 36. — Crâne masculin n° 26. *Norma lateralis.*

La courbe sagittale et occipitale ne forme pas de saillie très appréciable de la région postérieure du crâne. Les lignes courbes occipitales supérieure et inférieure sont extraordinairement puissantes ; les apophyses mastoïdes sont volumineuses. Il y a un prognathisme assez marqué de la région sous-nasale (indice de 100.97). Le ptérion est en H.

Norma verticalis. — Vu d'en haut le crâne présente une forme ellipsoïde dont l'extrémité antérieure est légèrement plus développée que l'extrémité postérieure. Les arcades zygomatiques sont apparentes (phénozyges).

Norma posterioralis. — La vue postérieure offre la forme d'un sphéroïde et laisse voir le fort développement des crêtes et lignes d'insertions musculaires.

Norma basalis. — Cette vue montre le développement excessif des apophyses mastoïdes ; le trou de l'occipital est très développé dans le sens antéro-postérieur. L'arcade alvéolaire est à bords sensiblement parallèles ; il n'existe plus en fait de dents que la deuxième incisive et la canine gauches, ainsi que la première prémolaire droite. Ces dents sont fortement usées, à usure oblique externe intense et de bas en haut ; la perte des trois autres incisives doit être posthume, tandis que les alvéoles des autres dents sont oblitérés.

Capacité cranienne. — La capacité cranienne approchée est énorme ; elle atteint 1788 cm³ ; le poids du cerveau aurait ainsi été de 1556 grammes.

Rayons et angles auriculaires.

Rayon maxillaire	106 mm.
» nasal	98
» sus-orbitaire	105
» bregmatique	127
» lambdoïdien	113
» iniaque	76
» opisthiaque	44
Angle facial	45°
» frontal sous-cérébral	9°5
» » cérébral	55°
» » total	64°5
» pariétal	61°
» occipital cérébral	38°
» » cérébelleux	26°
» » total	64°
» cranien total	180°

Ce crâne se rattache à la race *dolichocéphale néolithique d'origine septentrionale.* Ses caractères sont, en outre, à peu près identiques à ceux de la race que l'on est convenu de désigner sous le nom de race germanique, kimrique ou kimro-germanique.

(A suivre.)[1]

---

[1] La fin de cette étude : *Considérations générales* et *Conclusions,* paraîtra dans le prochain bulletin.

FLORA ACLENSIS

Contribution à la flore d'Aclens ou recherches faites dans ce territoire pendant les années 1900 à 1902

par **F. CORBOZ**

Pendant ces trois dernières années, tout en continuant mes recherches d'une manière générale, j'ai eu surtout en vue l'étude des maladies des plantes cultivées, causées par des champignons microscopiques. Déjà en 1900, j'avais recueilli une grande quantité de matériaux pour la préparation d'un travail sur cet important sujet, destiné à l'Exposition cantonale de Vevey. Pour faciliter ma tâche, je me suis procuré l'ouvrage de M. Prillieux, *Les Maladies des plantes agricoles*, Paris 1895, qui fait autorité en ces matières, et j'ai pu savoir par ce moyen les noms d'une foule de champignons parasites et leur mode de végétation sur la plupart de nos plantes les plus communes[1].

Cette partie de la Botanique, qui occupe à juste titre une place importante dans l'enseignement agricole qui est donné à nos jeunes agriculteurs, à l'Ecole cantonale d'agriculture à Lausanne, est en effet très essentielle à connaître pour eux. Ce n'est qu'en étudiant de près la marche suivie par ces ennemis de nos récoltes, que l'on peut se rendre compte des moyens les plus pratiques à employer pour les combattre, et comme toutes les sciences sont solidaires les unes des autres, il est logique que les sciences naturelles viennent ici en aide à l'agriculture.

---

[1] Un autre ouvrage que m'a prêté fort obligeamment M. Pache, préparateur au Musée botanique de Lausanne, *Hilfsbuch für das Sammeln parasitischer Pilze*, du D^r^ Lindau, Berlin 1901, m'a été aussi fort utile pour vérifier les noms des divers parasites que l'on trouve sur chaque plante, dont plusieurs, que j'avais déjà en herbier depuis quelques années, n'étaient pas encore complètement déterminés, faute d'ouvrages spéciaux suffisants.

Or pour pouvoir vaincre un ennemi dangereux, la première chose à faire est d'abord de le connaître, puis ensuite de savoir sa manière de vivre, ses habitudes, sa force de résistance et ses points vulnérables. Nous pensons donc avec beaucoup d'autres personnes, qu'il est du devoir de tous ceux qui le peuvent, de faciliter l'acquisition de ces connaissances indispensables à tous ceux qui en ont besoin. C'est pour cela que je cherche sans cesse à découvrir dans nos campagnes ces ennemis qui sont d'autant plus dangereux qu'ils sont plus petits et échappent parfois même aux investigations les plus minutieuses.

L'on voudra bien me pardonner cette petite digression en faveur de l'agriculture, dont notre honorable Société ne s'occupe pas essentiellement, mais étant depuis ces dernières années plus particulièrement attaché à l'enseignement agricole de notre canton, je ne puis m'empêcher de signaler les sujets qui me paraissent devoir surtout occuper notre attention et faire l'objet de nos recherches incessantes. Cependant pour me conformer au caractère scientifique de notre Bulletin, je suivrai dans ce catalogue de mes récentes trouvailles, l'ordre suivi dans ceux qui ont déjà paru; je commencerai donc par désigner d'après la *Flore analytique de la Suisse*, de Gremli, quelques plantes phanérogames nouvelles pour notre localité et quelques formes ou variétés d'espèces déjà mentionnées précédemment. Puis viendront ensuite les cryptogames nouvellement récoltées dans l'ordre suivi jusqu'ici, qui est celui de la *Flore des Champignons*, de Wunsche.

Et maintenant voici quelques chiffres pour récapituler la flore d'Aclens : en ajoutant les 85 espèces nouvelles marquées d'un *, que j'indique ici, à celles déjà publiées, on arrive au total de 917 Phanérogames et 879 Cryptogames, ce qui est déjà considérable en raison du peu d'étendue du territoire exploré, lequel ne compte guère que quatre kilomètres carrés, situés entre 400 et 518 mètres d'altitude, dont le village d'Aclens occupe à peu près le centre, à 466 mètres.

En terminant j'adresse ici un reconnaissant merci à ceux de nos honorables collègues qui ont facilité ma tâche en m'aidant de leur précieux appui, particulièrement à M. le professeur J. Dufour, à Lausanne et M. le pasteur Cruchet, à Montagny sur Yverdon, qui ont bien voulu vérifier une partie de mes déterminations.

PHANÉROGAMES.

* *Papaver Argemone L.* Cette jolie et rare espèce est venue dans mon jardin, de graines récoltées en Bas-Valais; elle se fait remarquer par ses feuilles finement découpées, ses pétales rouge pâle et sa capsule allongée, couverte de soies raides, en mai.

* *Berteroa incana Dec.* Adventive et passagère aux bords des chemins et décombres, cette crucifère se trouve au bord de la route d'Aclens à Bussigny, où elle fleurit en juin.

* *Rapistrum rugosum Bergt.* Plante à rameaux divariqués, portant de petites silicules articulées, en longues grappes effilées, croissant dans un champ de pommes de terre en Planaise, en juillet.

* *Cerastium viscosum L.* Forme ou sous-espèce voisine de *C. glomeratum Thuill.* dont elle diffère par ses tiges visqueuses dans le haut et ses fleurs moins agglomérées en têtes serrées; pelouses sèches, en mai.

* *Cerastium tauricum Spr.* Forme ou sous-espèce se rattachant au *C. brachypetalum Desp.* (*Flore française*, de Gillet et Magne), dont elle se distingue par ses tiges poilues-

glandulifères dans le haut, et fleurissant comme elle dans les prés secs, en mai.

* *Hypericum humifusum L.* Petite espèce à tiges étalées, très nombreuses, portant des petites fleurs solitaires, terminales, et des feuilles ovales arrondies ; dans une prairie au bord d'un bois, en juin.

Medicago minima Bartal. * *var. mollissima Spr.* Plante velue-tomenteuse, différant du type par sa villosité plus forte et grisâtre; coteau sec, en juin.

Rosa tomentosa Sm. * *var. f. cristata Chr.* Cette variété du Rosier tomenteux diffère du type par ses fruits entièrement garnis de glandes pédiculées, et ses divisions calicinales persistantes ; bois de Trente-Chiens, en juin.

* *Verbascum Bastardi R. Sch.* hybride *Blattaria-thapsiforme*, tenant à peu près le milieu entre les deux parents ; feuilles légèrement poilues, non décurrentes, fleurs grandes, solitaires, entièrement stériles, formant des longues grappes effilées, tiges rameuses ; dans une gravière près Bussigny, en juillet.

Alectorolophus minor Wimm. * *var. vittulatus*, différant du type par les dents de la lèvre supérieure de la corolle violacées et la tige striée de brun ; dans une prairie humide, en mai.

* *Orobanche epithymum Dec.* Cette espèce à corolle brun rougeâtre, en épi lâche, vit en parasite sur les racines du *Thymus serpyllum* ; pelouses sèches, en juin.

Mentha aquatica L. * *var. citrata Ehrh.* Cette variété presque entièrement glabre se rencontre dans les jardins, où elle est cultivée pour condiment à cause de son odeur suave et citronnée; elle fleurit en août.

Primula officinalis Scop. * *var. pallescens*, à fleurs jaune pâle, de la couleur de celles de *P. grandiflora Lam.*, mais de la forme et de la grandeur de celles du type auquel elle était mélangée ; dans une prairie, en avril.

Cynosurus cristatus L. * *var. ramosum*, à panicule rameuse-distique, dont chaque épillet s'est développé en rameau plus ou moins allongé ; bord de la route dès Aclens à Vullierens, en juillet.

**Bromus inermis Leyss.* Venue de graines semées dans mon jardin, cette graminée très rare en Suisse, mériterait d'être cultivée comme plante fourragère ; elle serait préférable pour cela à sa congénère si commune partout, le *Bromus erectus Huds.*, à cause de ses tiges et feuilles glabres et de ses fleurs sans arêtes.

**Pinus Strobus L.* Cette belle espèce est maintenant cultivée dans une jeune plantation au Sallin où elle prend un développement très réjouissant. C'est le *Pin de Veymouth*, qui se distingue de ses congénères par ses fines aiguilles d'un vert glauque, réunies par cinq dans chaque gaîne.

CRYPTOGAMES. — CHAMPIGNONS.

SCHIZOMYCÈTES. — Ce premier groupe de champignons comprend des espèces d'une extrême petitesse dont le rôle dans la nature est cependant considérable. Ils forment pour ainsi dire la transition naturelle entre les Champignons et les Algues, avec lesquelles ils ont beaucoup d'analogie. Parmi leurs nombreuses subdivisions, les *Bactéries* qui attaquent si fréquemment le corps des animaux et y déposent les germes infectieux de graves maladies, attaquent aussi quelquefois des végétaux vivants et y déterminent diverses maladies que l'on n'avait pas su jusqu'ici à quoi attribuer.

Ainsi par exemple la maladie des baies de **Tomates (Lycopersicum esculentum)* qui deviennent brunes autour du style, puis noircissent ensuite en présentant une tache circulaire tout autour du jeune fruit. Je l'ai observée pendant l'été de 1900 sur quelques pieds de tomates cultivés dans mon jardin ; les feuilles de ces plantes avaient en outre du *Peronospora infestans*, qui cause la maladie des pommes de terre et qui montrait sur leur face inférieure ses fructifications sous la forme de taches grisâtres.

*Une autre *Bactérie* s'attaque aux tubercules de *Solanum tuberosum* dans les plantations et produit la maladie nommée *Gale des pommes de terre*, qui est bien distincte de la maladie si commune produite par le peronospora. Elle rend la peau du tubercule brune, dure et épaisse, sa surface se crevasse et se fendille en fragments écailleux, mais l'altération ne pénètre pas dans la chair et reste à l'extérieur; elle cause donc relativement peu de dommages, mais néanmoins l'apparence des tubercules atteints est toute différente. J'ai souvent observé cette maladie dans les champs bien fumés, en automne, mais jamais cependant dans une proportion bien considérable.

J'ai recueilli aussi sur des rameaux de *Pinus Strobus (Pin Veymouth)*, cultivé dans une forêt, des tumeurs noirâtres de la grosseur d'une noix qui me paraissent analogues à celles que Prillieux décrit comme venant sur le Pin d'Alep au midi de la France, et qu'il attribue au **Bacillus Pini*; celles-ci sont beaucoup plus grandes, car elles peuvent atteindre la grosseur d'un œuf de poule, mais leur mode de végétation est identique et leur différence de taille peut provenir de celle du climat. Je crois donc que ces tumeurs sont dues toutes les deux au même bacille.

Enfin une quatrième maladie bactérienne que j'ai observée est un *écoulement brun* qui suinte à travers l'écorce des pommiers et descend le long du tronc pendant tout l'été, même quand le temps est très sec. Prillieux décrit aussi cette altération et l'attribue au **Micrococcus dendroporthos Ludwig*; mais il paraît que la coloration brune est due à un autre champignon, le *Torula monilioïdes Corda*. Cette maladie nuit beaucoup aux arbres, car l'écorce qui reçoit cet écoulement se désorganise bientôt et le bois sous-jacent s'altère peu à peu.

CHYTRIDIACÉS. — **Cladochytrium graminis De By*. Ce parasite attaque les graminées fourragères auxquelles il cause un certain dommage en arrêtant leur développement d'une manière très sensible ; il produit sur leurs feuilles des lignes d'un brun pâle où l'on trouve de nombreuses spores. Je l'ai trouvé sur le *Dactylis glomerata*. dans une prairie, au printemps.

Péronosporés. — **Peronospora myosotidis De By*. Ce champignon vit sur les feuilles et les tiges de *Myosotis intermedia*. qu'il recouvre de petites taches grisâtres ; dans les champs, en automne.

Peronospora parasitica De By. J'ai de nouveau observé cette espèce que j'avais déjà vue sur diverses crucifères, sur les feuilles de *Alliaria officinalis*. dans une haie, au printemps.

**Peronospora Schachtii Fuck*. C'est celui qui attaque les feuilles des jeunes semis de betteraves au printemps et pendant l'été dans les plantations, en choisissant surtout celles du cœur des plantes ; les feuilles atteintes deviennent très épaisses et comme racornies. La maladie se reproduit d'année en année par les spores renfermées dans les feuilles mortes restées sur le sol en automne, d'où il résulte que le meilleur moyen d'empêcher sa propagation est de faire alterner les cultures. Il est du reste très voisin du *P. effusa* qui attaque les épinards et diverses autres chénopodées.

**Peronospora Lamii A. Braun*. Cette espèce se trouve assez fréquemment sur les feuilles de *Salvia pratensis*. dans les prés, en été.

Le *Peronospora pusilla Ung*. que je signalais sur le *Geranium pusillum* (Bull. Soc. Vaud. Sc. Nat. XXXV, page 53) serait, d'après Lindau, **Peronospora conglomerata Fuck*., tandis que le vrai *P. pusilla* se trouve sur les *Geranium palustre*, *phaeum* et *sylvaticum* ; je l'ai du reste récolté sur cette dernière espèce dans un bois à Veyge sous Leysin. Quant à celui que j'avais trouvé sur le *Gera-*

nium pyrenaicum et que je rattachais aussi au *P. pusilla*, l'ouvrage de Lindau n'en fait pas mention; aussi jusqu'à informations ultérieures je le maintiens sous cette dénomination.

* *Peronospora Urticae Lib.* Il se trouve sur les feuilles de *Urtica dioica*, sur lesquelles il forme une quantité de petites taches grises par ses amas de conidies, en automne.

Le *Cystopus spinulosus De By.*, que j'indiquais sur le *Cirsium arvense* (Bull. XXIX, p. 112), est d'après Lindau le *Cystopus tragopogonis Pers.*, le même que j'ai trouvé sur *Tragopogon pratensis* et *Scorzonera hispanica*, et que je nommais *C. cubicus Lév.* (Bull. XXXV, p. 53).

USTILAGINÉS. — L'*Ustilago Carbo Tul.*, qui produit la maladie du *Charbon* dans les fleurs des céréales, doit d'après Prillieux être considéré comme une espèce collective comprenant les suivantes :

* 1° *Ustilago Avenae Pers.*, très fréquent sur *Avena sativa*, dont il détruit complètement les enveloppes florales et les remplace par la poussière noire, charbonneuse, de ses spores.

* 2° *Ustilago perennans Rost.*, vivant sur *Arrhenatherum elatius*, avec cette particularité que son mycelium est vivace dans le rhizòme de la plante hôtesse et reproduit le champignon d'année en année sur les tiges nouvelles; dans une prairie, en juillet.

* 3° *Ustilago Hordei Bref.*, fréquent sur les fleurs des *Hordeum vulgare* et *hexastichum* cultivés dans les champs, au moment de la floraison, en juin. Une espèce spéciale, * *U. Jensenii Rost.*, attaque le *Hordeum distichum*, à l'exclusion de ses congénères.

* 4° *Ustilago Tritici Jens.*, vivant dans les fleurs de *Triticum sativum*, et n'attaquant pas non plus ni l'avoine ni l'orge, ce qui est très important à savoir pour l'agriculture. Les spores des divers charbons des céréales se répandent à la moisson sur les grains sains et peuvent

infecter les jeunes plantes au moment de la germination, si on ne les a pas détruites au moyen d'un fort sulfatage.

La maladie charbonneuse que je signalais sur les feuilles de *Bromus erectus* en 1893 (Bull. XXIX, p. 113) et que j'attribuais à *Ustilago bromivora*, est due, paraît-il, à *Tilletia striiformis West.* Elle se reproduit tous les ans dans la même prairie où elle empêche le développement des panicules du brôme qui ne produit que des minces tiges à feuilles distiques, couvertes de la poussière noire compacte, caractéristique du genre.

**Urocystis Agropyri Schroet.* Cette espèce vit dans les feuilles de *Agropyrum repens*, qui laissent échapper ses spores noires par des fentes longitudinales de l'épiderme ; elle est fréquente dans les lieux incultes, en été.

**Urocystis Colchici Rabenh.* Sur les feuilles de *Colchicum autumnale*, où il forme sur leur face supérieure, des petites pustules ovales, gonflées, qui se crèvent à la maturité pour livrer passage aux spores noires du champignon ; dans une prairie humide, en juin.

ENTYLOMÉS. — **Entyloma calendulae Oudem.* Sur les feuilles de *Calendula officinalis* sous la forme de petites taches de couleur plus pâle et légèrement proéminentes ; dans un jardin, en automne.

**Protomyces Ari Cke.*, produit sur les feuilles de *Arum maculatum* des taches gonflées et décolorantes formées dans l'épaisseur des tissus par le mycelium de ce parasite ; dans une haie, au printemps.

URÉDINÉS. — *Uromyces striatus Schroet.* J'ai observé la forme æcidiosporée de ce champignon sur les feuilles de *Euphorbia cyparissias* qui sont couvertes des æcidies, ce qui les déforme au point de les rendre méconnaissables : elles sont plus courtes et plus larges, presque arrondies. La forme urédosporée se trouve sur des petites espèces de *Trifolium* et de *Lotus*. Celle que j'avais déjà observée sur le *Trifolium pratense* en 1893 (Bull. XXIX, p. 113) se rattache plutôt à **Uromyces Trifolii Hedw.*, espèce autoïque dont les æcidies paraissent au printemps sur les mêmes plantes où l'on trouve plus tard les urédospores.

**Uromyces Pisi Pers.* Les æcidies de cette espèce vivent aussi sur *Euphorbia cyparissias*, mais elle se distingue aisément de la précédente en ce qu'elle déforme moins les feuilles qui restent plus longues et plus étroites. J'ai observé aussi la forme urédosporée sur les feuilles de *Lathyrus pratensis* et de *Vicia cracca*, au bord d'un bois, en été.

**Uromyces Poae Rabenh.* La forme æcidiosporée de ce parasite vit sur les feuilles de *Ficaria verna*, sur lesquelles je l'ai trouvée en mai ; mais je n'ai pas encore rencontré ici les urédospores qui viennent sur diverses espèces de *Poa*. J'en ai reçu de M. Cruchet, venant de Montagny sur Yverdon, sur *Poa trivialis*.

**Uromyces acetosae Schrœt.* C'est celui qui se trouve sur *Rumex acetosa* au lieu de *U. rumicum Lév.* qui vient sur les autres espèces de *Rumex* (Bull. XXIX, p. 113).

**Puccinia adoxae DC.* Cette espèce autoïque qui vit sur les feuilles de *Adoxa Moschatellina* est assez fréquente au printemps, dans les haies.

**Puccinia Porri Winter.* Espèce autoïque qui attaque les feuilles de divers *Allium* cultivés pour l'usage culinaire, sur lesquelles elle forme des taches jaunes devenant ensuite grises, luisantes, et où l'on aperçoit les téleutospores noires à travers l'épiderme. Elle cause un grand dommage dans les potagers, sur les feuilles de *Allium porrum*, qui sont alors impropres à la consommation. Le sulfatage à la bouillie bordelaise enraye sa marche, mais il faut aussi avoir soin de brûler tous les débris provenant des plantes attaquées par le parasite.

Puccinia malvacearum Mont. J'ai trouvé les spores d'hiver de cette espèce qui est très fréquente snr les malvacées, sur les feuilles de *Althæa rosea* cultivé comme plante d'ornement sous le nom de *passe-roses*.

**Puccinia Cichorii Otth.*, sur les pétioles et les feuilles de *Cichorium intybus*, qu'elle recouvre d'une infinité de petites pustules arrondies qui laissent bientôt échapper les spores couleur de rouille ; cette maladie cause bien du dommage aux carrés de chicorée cultivée dans les potagers ; les feuilles sont comme roussies ou brûlées et les plantes dépérissent bientôt.

**Puccinia crepidicola Sydow.* Cette espèce, très voisine de la précédente, vit sur les tiges et les feuilles de *Crepis taraxacifolia*, qu'elle fait dessécher de la même manière ; dans une luzernière, au printemps.

**Puccinia poarum Niels.*, se trouve sur les tiges et les feuilles de *Poa nemoralis* qui sont couvertes de très petites pustules, gonflées par les spores foncées ; je l'ai observée dans un bois en automne, mais l'on voit souvent sa forme æcidiée sur les feuilles de *Tussilago farfara*, au printemps (Bull. XXIX, p. 114).

**Puccinia agrostidis Plowr.* J'ai souvent recueilli la forme æcidiosporée de cette espèce sur les feuilles de *Aquilegia vulgaris* au printemps, sans avoir rencontré jusqu'ici la forme urédosporée qui vient plus tard sur les *Agrostis vulgaris* et *alba*.

**Puccinia agropyri Ell. et Ev.* Cette espèce dont j'ai trouvé les æcidies sur *Clematis viltaba* (*AE. clematitis DC.*, Bull. XXXV, p. 55), où elles sont assez fréquentes, vit ensuite sur les divers *Agropyrum* sur lesquels je ne l'ai pas encore vue, et ce n'est pas *Puccinia atragenes Fuck.*, comme je le croyais.

**Puccinia digraphidis Sopp.* C'est la forme æcidiée de cette espèce que j'avais trouvée sur *Polygonatum multiflorum* et nommée *Cæoma Polygonati Link.* en 1893 (Bull. XXIX, p. 116) ; ses urédospores, que je n'ai pas encore observées, viennent sur *Phalaris arundinacea*. L'*Æcidium Ari Desm.* que je signalais aussi en même temps sur les feuilles de *Arum maculatum*, est de même la forme æcidiée de *Puccinia Phalaridis Plowr.* qui vit encore sur le *Phalaris* avec la précédente.

Puccinia Festucae Plowr. J'ai trouvé les æcidies de celle-ci sur *Lonicera periclymenum* en 1893 et les ai nommées alors *Æcidium Lonicerae* (Bull., p. 116), mais je n'ai pas encore vu ses urédospores qui vivent sur diverses *Festuca.* Quant aux æcidies que je signalais aussi à la même époque sur *Lonicera xylosteum*, c'est d'après Lindau, une espèce distincte, **Æcidium xylostei Wallr.*, dont on ne connaît pas encore la forme urédosporée.

**Puccinia polygoni amphibii Pers.* C'est celle que j'indiquais sur les feuilles de *Polygonum amphibium* en 1893 (Bull. p. 113) sous le nom de *Puccinia Bistortae DC* : celle-ci vient sur les *Polygonum Bistorta* et *viviparum.*

Puccinia bullata Pers. Cette espèce que je signalais déjà en 1898 (Bull. XXXV, p. 55) sur *Silaus pratensis.* sous ses deux formes æcidiosporée et urédosporée, sans savoir son nom spécifique, est la même qui vient aussi sur *Æthusa Cynapium*, désignée en 1893 (Bull., p. 113) sous le nom collectif de *P. Umbelliferarum DC.*

Puccinia Compositarum Schlectd. C'est d'après Lindau, une espèce collective qui comprend les suivantes :

1° **P. taraxaci Plowr.*, très fréquente sur *Taraxacum densleonis* (Bull. XXXV, p. 55).

2° **P. lampsanae Schultze.*, venant ainsi que ses æcidies sur les feuilles de *Lampsana vulgaris* (Bull. XXIX, p. 114).

3° **P. centaureae Mart.*, qui vient aussi avec ses æcidies sur celles de *Centaurea jacea.*

4° **P. dioica Magn.*, dont la forme æcidiée vient sur les feuilles des *Cirsium oleraceum* et *palustre*, et la forme urédosporée sur d'autres plantes.

**Puccinia coronifera Kleb.*, La forme æcidiosporée se trouve sur les feuilles de *Rhamnus catharticus* et n'est pas celle de *P. coronata.* comme je le disais en 1893

(Bull., p. 114); ses urédospores viennent comme celle-ci sur des espèces de *Avena* et de *Holcus*.

**Puccinia oblongata Link*. J'ai recueilli cette espèce sur les feuilles de *Luzula pilosa*, dans un bois, en automne.

**Puccinia Magelhaenica Peyr*. J'ai trouvé la forme æcidiée de celle-ci sur les feuilles de *Berberis vulgaris*, c'est une espèce distincte de celle qui produit la *Puccinia graminis* ou *rouille* des céréales. Elle en diffère par ses æcidies qui sont isolées et répandues sur toute la face inférieure des feuilles au lieu d'être, comme chez cette dernière, réunies en groupes séparés, plus ou moins nombreux. Je l'ai recueillie à la lisière d'un bois, en mai.

**Æcidium euphorbiae Gmel*. Cette forme æcidiée que j'ai trouvée sur *Euphorbia verrucosa*, et que l'on voit encore sur d'autres espèces du genre, est distincte de celles qui vivent ensuite sur diverses papilionacées sous les noms de *Uromyces Pisi* et *U. striatus*, mais sa forme urédosporée n'est pas encore connue.

**Æcidium leucospermum DC*., signalé sur *Anemone nemorosa* (Bull., p. 114), n'est pas la forme æcidiée de *Puccinia anemones Pers*. qui vient sur d'autres espèces du genre, tandis que celle de *A. nemorosa* est la *P. fusca Relh*. d'après Lindau. La forme urédosporée de *Æ. leucospermum* n'est pas connue jusqu'à présent.

**Phragmidium potentillae Pers*. C'est cette espèce qui vit sur *Potentilla argentea* et quelques autres potentilles, tandis que *Phragmidium fragariastri DC*. se trouve sur *Potentilla micrantha* et *fragariastrum*, et **Phragmidium sanguisorbae DC*. sur *Sanguisorba muricata* (Bull., p. 115). Sur le *Rubus Mercieri* et d'autres espèces du genre, on trouve le *Ph. violaceum Schultz. (Ph. asperum Wallr.)*, sur les *R. caesius*, *fruticosus*, *firmulus* et *glandulosus*, le *Ph. rubi Pers*. et une variété de celui-ci le *Ph. rubi idaei DC*. sur *R. Idæus*; le *Ph. subcorticium Schrank*. vit sur les *Rosa canina* et *centifolia* avec sa forme æcidiée.

Comme on le voit ce genre a été entièrement revu depuis 1893.

**Melampsora helioscopiæ Pers.* Cette espèce est celle que l'on trouve sur *Euphorbia helioscopia*, *exigua* et sur d'autres espèces du genre; le *M. Euphorbiae dulcis Otth.* vit sur *E. dulcis* et quelques autres (Bull., p. 115).

Le *Melampsora salicina Tul.* est aussi une espèce collective comprenant d'après Lindau : **M. farinosa Pers.* sur *Salix capræa*, *cinerea* et *viminalis*. **M. vitellinae DC.* sur *Salix vitellina* et **M. mixta Schlecht.* sur *Salix purpurea* et plusieurs autres (Bull., p. 115).

AGARICINÉS. — Je n'ai à signaler dans ce groupe qu'une seule espèce nouvelle pour la flore d'Aclens, malgré qu'il soit si richement représenté dans notre pays. Mais, comme je le disais déjà dans un supplément précédent, cela tient surtout à la difficulté de pouvoir conserver ces grands champignons pour les étudier, quand on n'a pas le loisir de le faire de suite après la récolte, tandis que ceux des groupes que nous avons vus jusqu'ici peuvent attendre quelque temps sans que leurs caractères spécifiques s'affaiblissent trop pour empêcher leur détermination.

**Tricholoma gambosum Fr. var. b. cereales Lasch.* Cette belle espèce, qui a jusqu'à 15 cm. de large et 7 cm. de haut, vient en automne dans les prairies où elle se fait remarquer de loin par son chapeau blanc flavescent; elle est comestible et croît ordinairement en colonies nombreuses.

GYMNOASQUÉS. — **Exoascus insititiæ Sadeb.* Cette espèce, analogue à celle qui produit la maladie des *balais de sorcière* sur les cerisiers *(E. Cerasi Fuckel.)*, amène la même perturbation sur les feuilles et les jeunes rameaux des *Prunus insititia* et *P. spinosa*, en les faisant développer d'une manière extraordinaire et former une masse arrondie, croisée en tous sens. Je l'ai trouvée sur des pruniers dans un verger, au printemps, où elle se reproduit toutes les années.

**Exoascus amentorum Sadeb.* C'est à ce parasite qu'est due la déformation des cônes de *Alnus glutinosa*, que j'attribuais en 1893 (Bull., p. 128) à *Ascomyces Tosquinetti West.*, tandis que les grandes gibbosités que l'on observe sur les feuilles, ainsi que sur celles de *Alnus incana*, sont dues au *Taphrina Sadebeckii Johans.*

**Taphrina Johansonii Sadeb.* J'ai trouvé cette espèce sur les feuilles de *Populus tremula*; quand elles commencent à pousser en avril, elles deviennent rougeâtres et complètement déformées; au bord d'un bois.

**Taphrina bullata Tul.* Ce parasite, qui vit sur les feuilles de *Pyrus communis*, produit des taches vésiculeuses qui noircissent plus tard en soulevant l'épiderme; il attaque surtout les poiriers cultivés dans les jardins fruitiers, plus rarement ceux qui sont en plein champ. Celui que je signalais déjà en 1893 (Bull., p. 128) sous le synonyme de *Exoascus bullatus Magn.* sur les feuilles de *Crataegus oxyacantha*, est d'après Lindau le *E. crataegi Fuck.*

HYSTÉRIACÉS. — D'après Prillieux, le *Leptostroma Pinastri Desmaz.* que j'avais observé sur les aiguilles de *Abies pectinata* en 1893 (Bull., p. 128), serait la forme à spermogonies de *Lophodermium Pinastri Chev.* qui attaque les feuilles de *Pinus sylvestris* sur lesquelles on trouve aussi les mêmes spermogonies accompagnées des périthèces.

Le *Trichosphæria parasitica Hartig.* signalé aussi sur les aiguilles de *Abies pectinata* (Bull., p. 134) me paraît être plutôt la forme à spermogonies de *Hypoderma nervisequum DC.* (p. 128) qui attaque les mêmes feuilles. La maladie décrite par Prillieux sous le nom de *T. parasitica* a de tous autres caractères que celle que j'avais observée et désignée sous ce nom en 1893.

**Hysterographium fraxini D Not. (Hysterium Pers.).*

Ce champignon se voit sur l'écorce des branches sèches de *Fraxinus excelsior*, dans les forêts, en hiver.

Phacidiacés. — Le *Phacidium Medicaginis Link.* (Bull. XXIX, p. 129), vit aussi sur les tiges et les feuilles de *Onobrychis sativa* quand elles vieillissent, par exemple sur celles dont on a récolté la graine, surtout quand la saison est humide ; je l'ai observé dans un champ d'esparcette, en juillet.

Pézizacés. — J'ai recueilli de nouveau le *Rustrœmia tuberosa Karst.* (Bull., p. 129) avec des réceptacles plus grands, ayant jusqu'à 1,5 cm. de large, sur le sol gras d'un verger, sur des sclérotes noirâtres, allongés, au printemps.

* *Sclerotinia Libertiana Fuck. (Peziza sclerotii Fuck.)* C'est une pézize dont le mycelium recouvre d'un tissu feutré, blanchâtre, le pied de quelques plantes vivantes ou des racines alimentaires placées dans des conditions favorables d'humidité et de chaleur. On voit alors paraître de petits corps arrondis, noirâtres, ce sont des sortes de tubercules nommés *sclérotes* qui, placés eux-mêmes en terre humide et chaude, donnent naissance aux fructifications du champignon. J'ai observé ces sclérotes sur des carottes, des betteraves et des pommes de terre pourries par suite de l'attaque du mycelium, dans un cellier un peu trop humide, en hiver.

* *Sclerotinia Trifoliorum Erik. (Peziza ciborioides Hoffm.).* Cette espèce vit d'une manière analogue à la précédente sur le pied des tiges de *Trifolium* et les fait dépérir assez promptement ; les sclérotes tombés à terre fructifient de même quand les conditions d'humidité et de chaleur leur sont favorables et perpétuent ainsi la maladie. Ce n'est qu'en laissant quelques années d'intervalle entre les cultures de trèfle que l'on peut arrêter l'infection. Je l'ai observée sur des tiges pourrissantes de *Trifolium pratense*, en automne.

Helvellacés. — **Helvella crispa Fr.* Cette élégante espèce porte un chapeau jaune pâle, divisé en lobes irréguliers, large d'environ 5 cm. sur un pied de 10 cm., épais et ventru, à côtes longitudinales de même couleur que le chapeau. C'est une espèce comestible croissant dans les broussailles au bord des bois; je l'ai trouvée à la sablière de Montbaon, en automne.

**Morchella elata Fr.* Cette morille diffère de ses congénères par son pied plus épais au sommet, ayant des raies longitudinales assez profondes, brun-rougeâtre ainsi que le chapeau, qui est conique et a des côtes croisées en tous sens; il devient bientôt noirâtre et, quoique comestible, il a une saveur moins agréable que les autres espèces du genre. Je l'ai rencontrée dans un petit bois de sapins, au printemps.

**Rœsleria hypogæa Thüm et Pass.* Champignon dont le mycelium vit sur les racines de la vigne qui sont déjà affaiblies par les attaques de certains insectes et qui commencent à pourrir, mais pouvant aussi, dans certains cas, aider à leur décomposition et produire ainsi une forme de *pourridié*. En arrachant ces racines on aperçoit des petits réceptacles blancs, hauts d'un demi-millimètre. Je l'ai observé en août 1902 avec M. Jean Dufour, professeur, dans une vigne en Planaise, qui était attaquée par le *Gribouri (Eumolpus vitis)* d'une manière extrêmement forte. Or, comme les larves de cet insecte dévorent elles-mêmes les racines de la vigne en y pratiquant des incisions longitudinales. est-ce le fait du gribouri ou celui du Rœsleria qui a fait pourrir ces racines? C'est une question que je ne peux élucider maintenant et qui demande d'ultérieures observations.

Périsporiacés. — **Podosphaera tridactyla Tul.* Cette espèce développe son mycelium filamenteux sur les feuilles des diverses espèces de *Prunus*; je l'ai observée fréquemment sur celles de *Prunus spinosa*, qui deviennent grisâtres et aranéeuses.

J'ai recueilli de nouveau le *Podosphaera clandestina Lév.* (*P. oxyacanthae DC.*), que j'avais déjà trouvé sur *Crataegus oxyacantha* en 1893 (Bull., p. 130), sur les feuilles de *Cydonia vulgaris*, cultivé dans un verger, en automne.

**Sphaerotheca pannosa Lév.* Champignon produisant la maladie du *Blanc* sur le *Pêcher* et les *Rosiers*, dont elle recouvre les feuilles, les boutons des fleurs et les rameaux d'un tissu feutré, grisâtre, très épais, qui leur est préjudiciable. On a essayé avec succès le traitement au soufre sublimé contre cette maladie, dont la forme conidifère nommée *Oïdium leuconium Desmaz.* se trouve aussi sur les mêmes plantes. J'ai observé cette dernière pendant l'été sur les feuilles des rosiers cultivés, qui montrent l'efflorescence caractéristique produite par l'oïdium et brunissent ensuite.

Le *Sphaerotheca Castagnei Lév.*, que je signalais sur *Taraxacum dens leonis* (Bull. 1893, p. 130), est la variété **fuliginea Schlecht.* Le type nommé dans Lindau, *S. humuli DC.* cause la maladie du *Blanc* sur le *Houblon* et se trouve, en outre, sur des plantes fort différentes.

Le *Phyllactinia guttata Lév.* (*Ph. corylea Pers.*), se trouve fréquemment sur *Corylus*, *Fagus*, *Fraxinus* et *Pyrus*, mais le *Mespilus* est attaqué par *Ph. suffulta Rebent.*, et le *Cydonia* par le *Podosphaera*, comme nous l'avons vu ci-dessus (Bull. XXIX, p. 130).

Oïdium Tuckeri Berk. J'ai aussi observé cette forme conidiifère qui attaque les raisins, sur les feuilles et les jeunes rameaux au sommet des ceps de vigne, à la fin de l'été et en automne dans les années chaudes et humides, comme par exemple en 1900. Elle forme par place une fine efflorescence grisâtre, qui a l'odeur de moisissure et disparaît ensuite en laissant des taches brunes. Mais je n'ai pas encore rencontré la forme à périthèces qui, d'après Prillieux, se rattache à *Uncinula americana Hew.* et qu'on a, paraît-il, trouvée en France ces dernières années, dans des conditions exceptionnelles, il est vrai, comme l'abri d'un mur ou la culture en serre; l'extrême petitesse de ces périthèces a pu aussi les faire échapper aux observations jusqu'à présent.

***Erysiphe tortilis Lév.* Je l'ai trouvé sur les feuilles et les inflorescences autumnales de *Cornus sanguinea*, dans une haie, en automne.

Erysiphe lamprocarpa Lév. (*Erysibe galeopsidis DC.*). J'ai recueilli de nouveau cette espèce sur *Salvia pratensis*, que je mentionnais déjà en 1893 (Bull., p. 130), sur *Galeopsis tetrahit*, *Lamium maculatum* et *purpureum*; mais ce n'est pas elle qui se voit sur *Senecio vulgaris* comme je le croyais alors; c'est, d'après Lindau, *Erysibe cichoriacearum DC.* (*Erysiphe horridula Lév.*), que l'on trouve aussi sur *Pulmonaria officinalis* et *Anchusa arvensis*.

J'ai observé en outre *Erysiphe Martii Lév.* qui, dans l'ouvrage de Lindau, est réunie à *E. communis* sous le nom de *Erysibe polygoni DC.*, sur *Ranunculus repens*, *Pastinaca sativa*, *Convolvulus arvensis*, *Aquilegia vulgaris*, *Galium aparine*, *Knautia arvensis* et *Polygonum aviculare*. Mais ce n'est pas cette espèce que l'on trouve sur *Astragalus glycyphyllos*, comme je l'indiquais en 1893 (Bull., page 130), c'est plutôt **Microsphaera astragali DC.*

NECTRIACÉS. — **Nectria sarmentosa.* Ce champignon se développe sur des sarments de vigne pourrissants, quand on les laisse séjourner sur le sol humide pendant l'été.

**Nectria Ribis.* Vivant sur les branches mortes des diverses espèces de groseillers cultivés (*Ribes*), dans les jardins, au printemps.

SPHÆRIACÉS. — **Bertia moriformis D Not.* J'ai trouvé cette espèce sur des tronçons de sarments de vigne, coupés par la taille de l'année précédente; elle produit des périthèces noirs et arrondis pendant toute l'année, sur le bois de différentes plantes ligneuses.

**Gnomonia erythrostoma Pers.* Ce parasite attaque les feuilles des cerisiers sur lesquelles on voit d'abord des taches d'un vert jaunâtre, qui brunissent et se dessèchent sur la fin de l'été, par suite du développement du mycelium dans leur tissu. En outre, elles ne se détachent pas de l'arbre en automne comme les feuilles saines et restent suspendues aux branches, enroulées sur leurs pétioles. On trouve les périthèces noirs sur ces feuilles desséchées à la fin de l'hiver, et les spores mûres infectent les jeunes feuilles à mesure qu'elles poussent au printemps. Cette maladie, qui a sévi fortement en Allemagne il y a quelques années, tend à se répandre assez rapidement chez nous, car on peut remarquer cet hiver une quantité d'arbres portant encore des feuilles enroulées, qui seront plus tard des moyens d'infection. Le seul remède pratique serait précisément de recueillir soigneusement toutes ces feuilles pour les brûler, avant la formation des périthèces.

**Gibellina Cerealis Pers.* Cette sphæriacée vit sur les feuilles du froment qui sont recouvertes du tissu feutré, grisâtre et très épais du mycelium, dans lequel on voit apparaître de petits périthèces noirs. En tombant à terre à la moisson, ils peuvent infecter de nouveau les jeunes plantes de blé, si l'on ressème sur le même champ l'automne suivant. Je l'ai observée une seule fois, au mois de juillet ; les plantes attaquées flétrissaient et n'avaient pas pu épier normalement.

**Coryneum Beyerinckii Oud.* Ce champignon attaque les jeunes pousses et les feuilles de *pêcher* et de *prunier*, en y formant des taches rondes bordées de rouge, dont le tissu se dessèche et tombe ensuite comme à l'emporte-pièce. Assez fréquent sur les arbres dans les vergers, il est du reste très voisin de celui qui perce de même les feuilles de cerisier, que j'indiquais déjà en 1893 (Bull., p. 133) sous le nom de *Phyllosticta prunicola Sacc.* qui n'est peut-être, d'après Prillieux, qu'une forme à pycnides de la même espèce.

**Fusicladium Cerasi Sacc.* Comme ses congénères, les *F. pyrinum* et *F. dendriticum Fuck.* qui vivent sur les poiriers et les pommiers, cette espèce vit sur les jeunes fruits du cerisier qu'elle recouvre de taches veloutées d'un vert-noirâtre, ce qui les déforme et les fait souvent sécher avant leur maturité. Je l'ai surtout observée dans les saisons humides et les vergers bas ou peu aérés; on la rencontre moins souvent sur les cerisiers en plein champ.

**Cercospora Apii Fr.* Cette espèce produit sur les feuilles du Céleri *(Apium graveolens)* des taches jaunes très nombreuses, qui les rendent impropres à la consommation; elle sévit surtout pendant les fortes chaleurs et diminue en automne; mais elle tend depuis quelques années à se développer plus fortement dans les potagers.

**Cercospora beticola Sacc.* Ce parasite est extrêmement fréquent sur les feuilles des betteraves en automne, sur lesquelles il forme des taches rondes bordées de brun qui se multiplient avec rapidité sans cependant nuire beaucoup à la végétation. Il abonde surtout dans les années pluvieuses, comme en 1900, et dans les sols très humides.

**Colletotrichum Lindemuthianum Sacc.* Cette espèce attaque les feuilles et les gousses vertes de Haricot *(Phaseolus vulgaris)*, sur lesquelles elle produit la maladie nommée *Anthracnose du haricot*, à cause de sa ressemblance avec celui de la vigne. Elle forme comme ce dernier des taches rondes ou allongées, assez grandes, bordées de rouge, rongeant les tissus jusqu'aux graines qui deviennent brunes et se dessèchent bientôt. Je l'ai surtout observée sur les haricots tardifs, en automne, quand la saison est pluvieuse et ses dégâts sont parfois assez graves.

**Diatrype disciformis Fr.* Cette sphæriacée vient sur les branches mortes de Hêtre tombées dans les forêts; ses périthèces sont renfermés dans un stroma aplati, brunâtre, sur lequel on voit percer leurs orifices. Bois de la Résille sous Aclens, en décembre 1902.

Myxomycètes. — **Plasmodiophora alni Woron.* Ce champignon parasite attaque les feuilles de *Alnus glutinosa*, sur lesquelles il produit des taches arrondies d'un brun rougeâtre, provenant de l'altération des tissus ensuite de l'action du plasmodium, qui pénètre leurs cellules épidermiques. Je l'ai observée dans des taillis d'aunes, en automne.

En terminant ici la liste de mes dernières trouvailles et en attendant d'en faire des nouvelles, il ne me reste plus qu'à remercier notre honorable Société de l'accueil bienveillant qu'elle a fait jusqu'ici à mes modestes travaux d'herborisation, dans le champ si vaste et si fécond de notre amie commune : la Nature !

Aclens, 8 janvier 1903.

* * *

RAPPORT ANNUEL

sur la marche de la Société pendant l'année 1902, présenté à l'assemblée générale du 17 décembre 1902

PAR

M. le prof. **L. PELET**, président.

Messieurs et chers collègues,

Votre comité touche au terme de son mandat et doit, suivant le règlement, vous rendre compte de l'activité de notre société pendant l'année 1902.

Nous résumerons ci-dessous les données statistiques les plus intéressantes.

A fin décembre 1901, la société comptait 277 membres, à ce jour elle en compte 289, se décomposant comme suit :

Membres effectifs 230, honoraires 46, associés émérites 5, en congé 7.

Il y a eu 21 admissions nouvelles, dont 16 de membres effectifs ; ce sont celles de MM. J. Pingoud, A. Ketterer, A. Curchod, D^r Mermod, Perret, pharmacien ; Jaton, droguiste ; Landry, député ; Kasser, A. Vautier-Mayor, Linder, L. Meylan, à Lutry ; B. Mayor, Perriraz, G. Brélaz, Niceforo.

Une de membre à vie, M. V.-A. Bergier.

Quatre de membres honoraires, MM. Thury, P.-A. Guye, Gaudry, Magnin.

Et enfin un membre effectif, M. de Loriol, a passé membre émérite.

Pendant le même temps nous avons enregistré quatre démissions, celles de MM. Kamm, Bartholmess, de Vallière, et de la Société des Amis des Science snaturelles de la Vallée. Deux de nos membres, MM. Feyler père et Auberjonois, sont décédés. Le premier était un des plus anciens membres de notre société et lui était très attaché. M. Feyler a fait partie de cette école de pharmaciens qui ont su, tout en satisfaisant à toutes les exigences d'une profession chaque jour plus difficile, rester en relations constantes avec la science pure. M. Feyler était de plus une des figures lausannoises des plus connues et des plus sympathiques, et c'est avec beaucoup de regret que notre société a enregistré son départ.

Nos regrets n'ont certes pas été moins grands lorsque nous avons appris la mort accidentelle de M. G. Auberjonois, l'un de nos plus jeunes membres. Peu d'entre nous l'ont connu ; cependant ceux qui ont pu l'apprécier se seront assuré qu'il était un observateur sagace et un chercheur savant.

Trois de nos membres honoraires, MM. A. Cornu, Wild et Targioni-Tozzetti, sont morts au cours de cette année. Le premier est le savant physicien dont les découvertes nous sont connues dès longtemps ; quant au second, M. Wild, un de nos compatriotes, ancien directeur du Bureau météorologique fédéral, il avait quitté le pays pour créer les services météorologiques de la Russie. M. Targioni-Tozzetti était un savant italien qui avait entretenu autrefois d'étroites relations scientifiques avec plusieurs de nos membres.

Il résulte de notre statistique que notre société s'est augmentée cette année de douze membres ; il y a bien des années que nous n'avions noté un accroissement aussi considérable.

Examinons maintenant l'activité de notre société. En cette année nous avons tenu 19 séances, dont trois assemblées générales ordinaires, une assemblée générale extraordinaire et une séance extraordinaire.

Nous avons entendu 68 communications présentées par 33 de nos membres; parmi ces communications, 18 se rapportent aux sciences physiques, 13 aux sciences biologiques, 8 à la géologie, 7 à la chimie, 6 à la botanique, 6 à l'agronomie, 5 à la photographie et une aux mathématiques.

Si nous comparons le nombre des communications au cours de ces huit dernières années, nous voyons qu'il a varié comme suit : 1894, 52; 1895, 61; 1896, 52; 1897, 58; 1898, 80; 1899, 60; 1900, 59; 1901, 57; 1902, 68.

Parmi les communications entendues cette année, plusieurs ont eu un grand intérêt scientifique, d'autres furent très instructives pour nos membres. Nous citerons tout spécialement la séance extraordinaire du 11 juin, dans laquelle M. W. Morton a bien voulu nous faire voir ses riches et intéressantes collections. Avec toutes nos félicitations, nous le prions d'accepter nos plus sincères remerciements.

Il suffit de mentionner notre assemblée générale d'Yverdon pour vous rappeler l'une des sorties les plus agréables que nous ayons faites, et nous devons en reporter tout le succès à nos collègues d'Yverdon, qui se sont dévoués à cette occasion et nous ont offert pour un jour une hospitalité aimable et gracieuse.

Votre société s'est fait en outre représenter aux assemblées générales de la Société neuchâteloise des *sciences naturelles* et de la Murithienne, ainsi qu'à la session de l'Helvétique à Genève.

Nous nous sommes de plus associés au jubilé de M. le professeur H. Dufour, auquel votre président a exprimé toute la reconnaissance que la société a contractée depuis si longtemps envers lui.

Messieurs, si vous jugez par les apparences extérieures, notre société est en progrès, son utilité, son importance s'affirme chaque jour davantage, son cercle de relations s'étend; vos communications sont écoutées non seulement dans un cercle étroit, mais on peut dire que notre société forme l'un des liens, et l'un des plus solides, entre l'enseignement supérieur et le pays, et beaucoup de vos travaux ont une utilité directe et immédiate pour beaucoup de nos concitoyens.

Il est cependant un certain nombre de points qui, sans être des points noirs, doivent attirer plus spécialement votre attention, et il est de mon devoir de les faire ressortir ici, afin qu'ils restent la préoccupation constante du comité que vous désignerez tout à l'heure.

L'état de notre caisse, sans être critique, est cependant gêné. Je vous rappelle que l'an dernier nos dépenses ont excédé les recettes de plus de 3000 francs; il est donc probable, ainsi que nous vous l'avons d'ailleurs fait prévoir, que cette année, vu le déficit de 1901, tout en nous maintenant dans les strictes limites du budget, nous aurons encore à enregistrer un excédent de dépenses, puisque le budget, qui était théoriquement de 7000 francs, n'était en réalité que de 4000 francs. Nous avons cependant fait tout notre possible pour diminuer les dépenses; dans ce but, nous vous avons proposé de réunir les deux bulletins de juin-septembre en un seul.

Notre Bulletin est en effet la charge la plus lourde de notre société. Les travaux affluent aujourd'hui, et nous avons peine à les imprimer au fur et à mesure. Il sera nécessaire que le nouveau comité examine attentivement s'il n'y a pas lieu de demander aux auteurs de réduire considérablement leurs manuscrits. Nous sommes certains que cette mesure, tout en permettant d'imprimer un plus grand nombre de travaux, aurait pour effet de donner plus de variété, de clarté et d'agrément à notre bulletin. Il est certain qu'à l'heure actuelle plusieurs de nos membres renoncent à insérer leurs mémoires dans le bulletin et préfèrent s'adresser ailleurs, ou allongent démesurément leurs comptes rendus aux procès-verbaux.

Notre service d'échanges s'est accru cette année de quelques sociétés nouvelles, cela permet de répandre davantage notre bulletin.

Ceci nous amène à vous parler de notre bibliothèque, et j'attire toute votre attention sur le nombre excessivement restreint de nos membres qui l'utilisent. Il en est de même de la bibliothèque scientifique, notre ancienne bibliothèque, aujourd'hui propriété de l'Etat.

Au commencement de cette année, nous avons constaté qu'un certain nombre de publications importantes ne nous parvenaient plus. Et votre comité a rappelé à plus de 80 associations diverses leurs engagements envers nous, en les priant de nous envoyer des échanges en souffrance. La plupart de nos lettres ont eu un excellent effet et ont ainsi rétabli des échanges importants.

Il a été aussi nécessaire que votre comité s'occupât d'une façon sérieuse de nos abonnements et achats. Il est en effet regrettable de constater qu'au commencement de cette année aucun de nous ne savait au juste à quoi était attribué et comment se justifiait la somme de 600 fr. dite fonds de Rumine.

Cette étude, qui a demandé d'assez longues recherches, nous a amené à constater que nous dépensions au delà de cette somme pour les seuls abonnements Il fut nécessaire de supprimer plusieurs abonnements.

Le Département de l'Instruction publique ne crut pas pouvoir ratifier nos décisions. Après discussion entre M. le conseiller d'Etat chef du Département de l'Instruction publique et les représentants de la société, nous sommes arrivés à une entente, dont nous vous soumettrons les bases tout à l'heure, et que vous voudrez bien examiner et ratifier, s'il y a lieu.

Il est un dernier point encore, qui a beaucoup préoccupé votre comité. C'est la rédaction nouvelle de l'art. 8 du règlement que vous nous aviez chargé d'étudier. Après de longues discussions, votre comité n'a pu se mettre d'accord sur la rédaction et l'esprit de l'art. 8. Aussi nous ne pouvons pour le moment vous faire de proposition nouvelle. Nous croyons qu'il serait désirable de donner à l'art. 8 une rédaction qui permettrait de donner au comité plus de stabilité qu'il n'en a à l'heure actuelle.

LIBRAIRIE F. ROUGE & C^IE

LIBRAIRIE DE L'UNIVERSITÉ

rue Haldimand, 4, Lausanne.

TÉLÉPHONE N° 643

NOUVEAU LAROUSSE ILLUSTRÉ

DICTIONNAIRE ENCYCLOPÉDIQUE UNIVERSEL

en sept volumes

Le prodigieux succès du **Nouveau Larousse illustré**, qui compte actuellement

147,000 SOUSCRIPTEURS

s'explique par l'intérêt universel qui s'attache à une publication de ce genre et par la façon magistrale dont il a répondu à un besoin général que n'avaient pas satisfait jusqu'ici les ouvrages imparfaits et vieillis.

Le **Dictionnaire encyclopédique**, qui permet de se renseigner sur chaque chose instantanément, est donc devenu le compagnon obligé, l'auxiliaire indispensable de tout esprit curieux, de toute intelligence ouverte; il comble les mille petites ignorances que nous révèle la vie quotidienne; rendant aussi des services journaliers, il est particulièrement précieux dans les familles.

Il est avant tout une œuvre essentiellement moderne. Il tient compte des données les plus récentes de la science et de l'érudition, dans toutes les branches des connaissances humaines. Il accorde une sollicitude toute particulière à tout ce qui a trait aux idées, aux hommes et aux choses du monde contemporain.

Le **Nouveau Larousse illustré** contient une profusion de cartes physiques, politiques, économiques, en noir et en couleurs, d'une exécution hors de pair et d'une absolue lisibilité. De nombreuses illustrations, dues aux premiers artistes, servent de complément au texte et épargnent au lecteur la fatigue de descriptions et d'explications trop longues.

LE SIXIÈME VOLUME

vient d'être terminé; les personnes qui étaient retenues de souscrire par la crainte que cet ouvrage ne se terminât pas, peuvent maintenant le faire en toute sécurité.

L'ouvrage sera terminé dans les premiers mois de 1904.

Prix actuel de la souscription :

190 francs, en séries ou en volumes brochés.
225 francs, en volumes reliés demi-chagrin.

Grandes facilités de paiement par acomptes.

LE QUARTIER DE LA CITÉ, A LAUSANNE

reconstitué sur le plan de 1722, d'après des documents anciens,

par **Charles VUILLERMET.**

Enceinte primitive, indiquée en bleu. **Enceinte épiscopale**, en noir. **Elargissement présumé**, par l'évêque Landry de Durnac, 1159-1177, en rouge. Les constructions entièrement disparues sont indiquées en teinte rouge. — Plan de 72 centimètres sur 52.

Avec légende explicative et notice sur la Cathédrale. — Prix : 2 fr. 50.

LIBRAIRIE F. ROUGE & Cie, LAUSANNE

LE LÉMAN

par **F.-A. FOREL**, prof. de l'Université de Lausanne.

TOME I. — Table des matières : **Géographie**, **Hydrographie**, **Géologie, Climatologie et Hydrologie.** — Beau volume grand in-8, avec de nombreuses gravures et cartes dans le texte, trois cartes hors texte, dont une au 1 : 100 000 du bassin du Lac, dressée par le bureau topographique fédéral. Broché, 15 fr. Relié . . . 17 fr.

TOME II. — Table des matières : **Hydraulique, Thermique, Optique, Acoustique, Chimie.** Beau volume grand in-8, avec cartes, planches, nombreuses gravures dans le texte et une planche donnant la gamme des teintes de la couleur de l'eau des lacs, dite la gamme Forel. Broché, 18 fr. Relié . . . . 20 fr.

Récemment paru :

Le TOME III et dernier, 1re partie. — Table des matières : **Biologie.** 1 vol. gr. in-8, avec 16 gravures, dont 1 planche hors texte. 10 fr. La seconde partie du tome III qui termine l'ouvrage est à l'impression et paraîtra très prochainement.

A TRAVERS LE JORAT

GUIDE DE LA COMPAGNIE DES CHEMINS DE FER DU JORAT

par ERNEST SAVARY

120 pages de texte ornées de 60 vues et d'une carte, donnant le détail de tous les itinéraires de promenades qu'offre le Jorat.

> *Le Jorat, voilà le fondement de notre Patrie.* J. OLIVIER.

Prix : 2 francs.

Habitant le Jorat depuis bien des années, l'auteur était bien placé pour écrire cet ouvrage. Tout en ne donnant que les renseignements vraiment intéressants, il a su faire une description complète de cette région encore peu connue des touristes. Chaque village, les sapinières, les cours d'eau, les points de vue, les vieilles auberges, les moulins pittoresques, tout ce qui fait le charme du Jorat y a son chapitre.

Une multitude de vues choisies avec le goût d'un paysagiste ornent ces pages et achèvent de faire de : **A travers le Jorat** le plus élégant et le plus agréable guide que nous connaissons. (Le *Conteur Vaudois.*)

LES BOURLA-PAPEY ET LA RÉVOLUTION VAUDOISE

I. Le Canton du Léman, de 1796 à 1802. — **II. Les Bourla-Papey.**
III. Le Canton de Vaud,

par EUGÈNE MOTTAZ, professeur à Yverdon.

Vol. in-12, avec le portrait de Louis Reymond, chef des Bourla-Papey.

Prix : 3 francs.

Lausanne — Imp. Corbaz & Comp.

BULLETIN
DE LA
SOCIÉTÉ VAUDOISE
DES SCIENCES NATURELLES

4e S. — Vol. XXXIX.
No 147.

Publié, sous la direction du Comité, par M. F. Roux.

Avec 15 figures dans le texte et 3 planches. — Prix : 4 fr.

Contenu : Pages

Dr ALEXANDRE SCHENK. — Les sépultures et les populations préhistoriques de Chamblandes. *(Fin.)* (Avec 15 figures dans le texte) 241
Dr J. AMANN. — L'origine et le sort des dérivés aromatiques dans l'organisme. Etude de chimie physiologique 329
Dr MACHON. — Phagocytose et opium dans les maladies infectieuses . . 353
L. MAILLARD. — Note sur la formule barométrique de Laplace 359
SAM. AUBERT. — Sur une association d'espèces calcicoles et calcifuges . . 369
E. BUGNION. — Observation relative à un cas de mimétisme (Blepharis mendica). (Pl. I) 385
L. MAILLARD.— Note sur la constitution physique de l'atmosphère. (Pl. II). 389
W. MORTON. — Notes sur l'élevage des Phyllies. (Pl. III) 401
PROCÈS-VERBAUX, du 1er avril au 1er juillet 1903.

(Chaque auteur est responsable de ses écrits.)

AVIS IMPORTANT. — On est prié de tenir compte des avis insérés à la seconde page de la couverture.

LAUSANNE
LIBRAIRIE F. ROUGE & Cie, RUE HALDIMAND
LIBRAIRIE DE L'UNIVERSITÉ

Juin-Septembre 1903

COMITÉ POUR 1903

Président :	MM Krafft, Gustave, D^{r} ès sciences,	Lausanne.
Vice-Président :	Dutoit, Const., D^{r}-professeur,	id.
Membres :	Pelet, L., prof., route de Morges,	id.
	Dusserre, C., Mont-Calme,	id.
	Schenk, A., D^{r}-prof., av. de Rumine 60,	id.
Secrétaire :	Porchet, Ferd., Ass^{t}, Ecole de Chimie,	id.
Bibliothécaire :	J. Pingoud, La Fauvette, Chailly.	
Editeur du Bulletin:	Roux, F., Chalet Ferney 1,	Lausanne.
Caissier :	Ravessoud, Aug., Montbenon 4,	id.
Vérificateurs :	Jaccard, Paul, D^{r}-prof.,	Zurich.
	Forel, F.-A., professeur,	Morges.
	Lochmann, J.-J.,	Lausanne.

AVIS

I. Les personnes qui désirent publier des travaux dans le Bulletin sont priées de tenir compte des observations suivantes :

1o Tout manuscrit doit être adressé, en **copie lisible,** à l'*éditeur du Bulletin.* Il doit contenir l'adresse de l'auteur, l'indication du nombre d'exemplaires qu'il désire comme tirage à part, et celle du nombre de planches ou tableaux hors texte qui accompagnent le mémoire. Les épreuves en retour doivent également être adressées à l'éditeur.

2o Il ne sera fait de tirage à part d'un travail que sur la demande expresse de l'auteur.

3o Les tirages d'auteurs sont remis après le tirage pour le Bulletin, sans nouvelle mise en pages et avec la même pagination, après enlèvement du texte qui précède et du texte qui suit.

Tous les changements demandés pour des tirages à part sont à la charge des auteurs.

II. Nous rappelons aux Sociétés correspondantes que la *Liste des livres reçus,* publiée à la fin du volume, sert d'accusé de réception pour les publications qu'elles échangent avec nous.

Pour la rectification des adresses qui ne seraient pas exactes, on est prié de s'adresser au Secrétaire de la Soc. Vaud. des Sc. Nat., Ecole de Chimie, Lausanne.

Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles
Vol. XXXIX. N° 147. 1903

Matériaux pour l'anthropologie des populations primitives de la Suisse

LES SÉPULTURES
ET LES
POPULATIONS PRÉHISTORIQUES DE CHAMBLANDES

PAR LE

Dr Alexandre SCHENK,
Privat-docent à l'Université de Lausanne.

III
Considérations générales[1].

L'étude des crânes et ossements ayant été faite en détail pour chaque squelette toutes les fois que cela a été possible, nous ne ferons, dans ce chapitre, que d'interpréter les moyennes de notre série en les comparant à celles des autres séries européennes préhistoriques et actuelles, afin de bien établir les caractères anthropologiques et ethniques qui en découlent.

LE CRANE.

Bien que tous les crânes de Chamblandes soient allongés ou moyennement allongés, leur examen morphologique permet de distinguer, à première vue, trois types principaux :

1° Un type caractérisé par une voûte cranienne élevée et bien développée, à crêtes frontales peu divergentes, des orbites basses, microsèmes, un espace interorbitaire large, une face généralement large et basse, chamæprosope, un nez platyrhinien ou mésorhinien ; des os malaires bien développés ; une mandibule volumineuse, robuste, terminée par un menton saillant et triangulaire.

---

[1] Les première et deuxième parties de ce travail ont paru dans les bulletins nos 144 et 146, vol. XXXVIII et XXXIX, ainsi que quelques planches et figures citées ci-après.

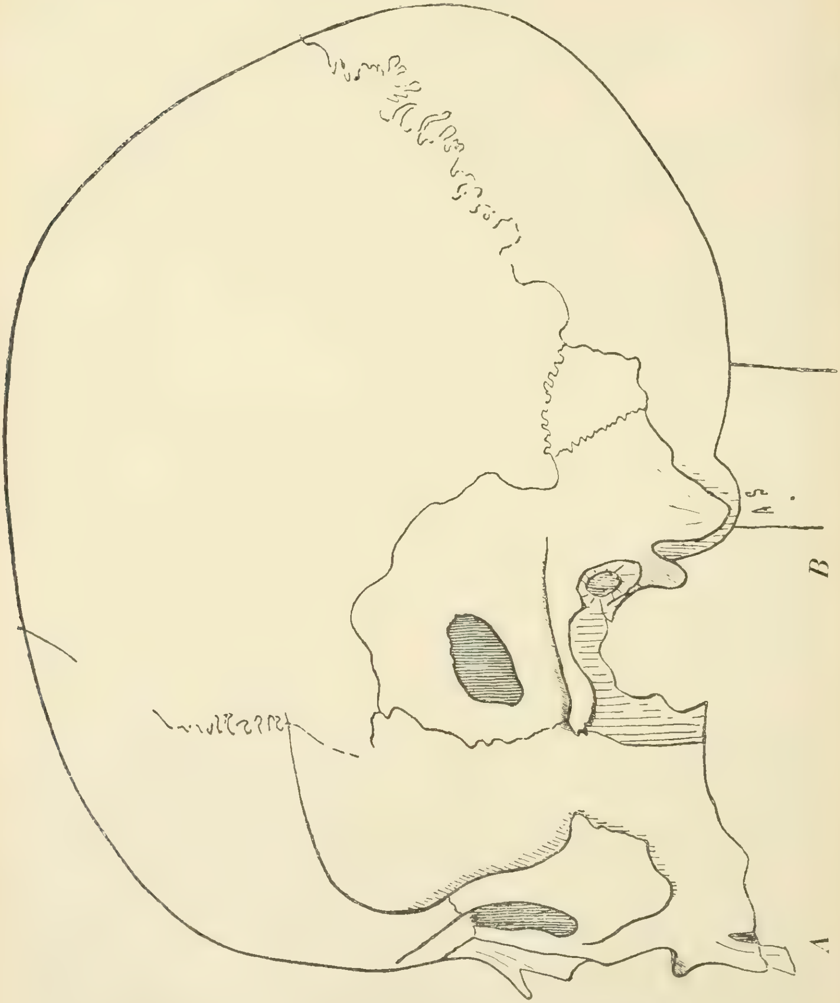


Fig. 37. — Crâne nº 19. *Norma lateralis.* — Type féminin de la race de Baumes-Chaudes-Cro-Magnon.

De profil on constate que le front monte d'abord presque droit jusqu'au-dessus des bosses frontales latérales, puis que la courbe s'infléchit assez brusquement et se prolonge régulièrement jusqu'à peu près au tiers postérieur des pariétaux, après quoi commence un méplat obélique se continuant par une saillie caractéristique (saillie en chignon) de l'écaille occipitale. Vu d'en haut le crâne présente presque toujours une saillie très caractéristique des bosses pariétales. Le face est orthognathe. Vu par derrière le crâne est pentagonal.

Ce type est celui de *Cro-Magnon* ou de *Baumes-Chaudes-Cro-Magnon*, successeur, au néolithique, de l'ancienne race quaternaire magdalénienne, paléolithique, de *Laugerie-Chancelade*.

Les crânes des corps nos 3, 6, 8, 13, 16, 19 et 25 se rattachent à ce type.

2° Dans ce type la vue de face montre un front ne s'élargissant que faiblement en montant; la glabelle est en général bien visible et les arcades sourcilières sont passablement développées; la face est haute et étroite, leptoprosope, le nez allongé, leptorhinien; les os malaires sont moins saillants que dans le type précédent; les orbites sont encore microsèmes, mais l'espace interorbitaire est plus étroit.

Vue de profil la face est légèrement prognathe; la courbe antéro-postérieure de la voûte cranienne s'élève un peu obliquement à partir de la glabelle pour s'incurver régulièrement du métopion au bregma; dans sa région postérieure la

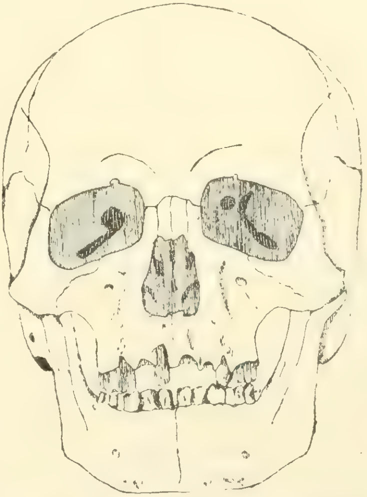


Fig. 38. — Crâne no 4. *Norma facialis.* Type masculin de la race dolichocéphale néolithique d'origine septentrionale.

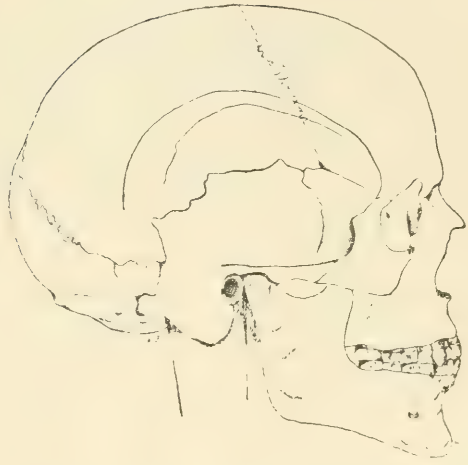


Fig. 39. — Crâne no 4. *Norma lateralis.* Type masculin de la race dolichocéphale néolithique d'origine septentrionale.

courbe ne forme jamais chignon de la partie écailleuse de l'occipital.

Vu d'en haut le crâne présente une forme ellipsoïde dont l'extrémité antérieure est un peu plus rétrécie que l'extrémité postérieure, mais les bosses pariétales, quoique bien développées, ne forment jamais la saillie caractéristique du type 1.

La vue postérieure offre la forme plus ou moins accusée d'un sphéroïde, la forme pentagonale ne se présentant jamais.

Le deuxième type des crânes de Chamblandes est analogue au *type de Genay*[1] de M. le Dr Hervé; c'est le type caractéristique de la *race dolichocéphale néolithique d'origine septentrionale.*

Les crânes nos 4 (fig. 20, 21, 22, 23, 38, 39, 40) et 26 (fig. 35 et 36) appartiennent manifestement à ce type.

3° Le troisième type est caractérisé par un crâne moyennement allongé, mésaticéphale, et par une face excessivement prognathe; la face est leptoprosope; les orbites sont microsèmes ou faiblement mésosèmes; les os malaires sont plutôt petits et le nez est platyrhinien ou très faiblement mésorhinien; les gouttières nasales existent; les fosses canines sont profondes. Ce type très particulier (voir fig. 28, 29, 30 et 31) rappelle par sa forme le crâne des nègres ; il se rapporte par son squelette facial au *type paléolithique de Grimaldi* du Dr Verneau[1], mais s'en différencie par la mésaticéphalie de sa boîte cranienne. Comme il ne peut pas être absolument comparé à aucun type préhistorique décrit jusqu'ici, nous lui donnerons le nom de TYPE DE CHAMBLANDES.

---

[1] Ph. Salmon, *Types craniens néolithiques.* « Revue de l'Ecole d'Anthropologie de Paris », 1895.

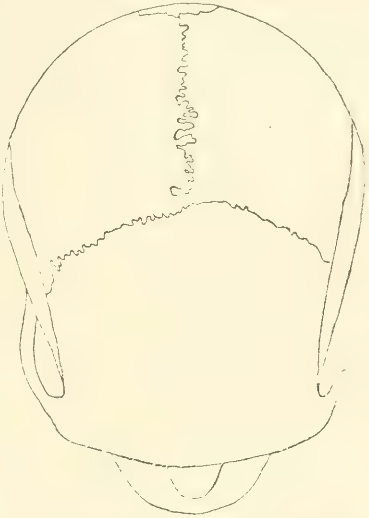


Fig. 40. — Crâne no 4. *Norma verticalis.* Type masculin de la race dolichocéphale néolithique d'origine septentrionale.

Les crânes des corps nos 11 et 12 (fig. 28, 29, 30 et 31), en sont les représentants.

Indice céphalique.

L'*indice céphalique* ou *indice de largeur* s'échelonne de 70 à 78,41 pour les crânes masculins, et de 71,87 à 77,84 pour les crânes féminins. Il n'y a donc pas de crânes brachycéphales. L'indice céphalique moyen des crânes masculins, calculé en additionnant tous les chiffres du diamètre transverse maximum, le nombre total étant multiplié par 100 et ensuite divisé par la somme des chiffres du diamètre antéro-postérieur maximum, est de **75,48** ; l'indice céphalique moyen des crânes féminins est de **74.19**. Les crânes féminins sont donc légèrement plus dolichocéphales que les crânes masculins. En calculant l'indice céphalique moyen de la série totale, crânes masculins et féminins réunis, on obtient un indice dolichocéphale de **74,94**. L'indice céphalique de la série des 18 crânes s'échelonne de la manière suivante, laissant ainsi entre les deux extrêmes un écart relativement faible de 8 unités.

---

[1] Dr R. Verneau, *Les fouilles du prince de Monaco aux Baoussé-Roussé. Un nouveau type humain.* « L'Anthropologie ». Tome XIII, 1902, pages 561-585.

	Nombre de crânes.		Nombre de crânes.
Indice 70	1	Indice 75	3
» 71	1	» 76	2
» 72	2	» 77	2
» 73	1	» 78	2
» 74	4		

En classant les 18 crânes suivant leur indice de largeur, ils se répartissent comme suit :

Dolichocéphalie (jusqu'à 75) . . .	9, soit 50 %
Sous-dolichocéphalie (de 75,01 à 77)	5, soit 27,78 %
Mésaticéphalie (de 77,01 à 80) . .	4, soit 22,22 %

Nous voyons par ce tableau que le 50 % des crânes de Chamblandes présente une dolichocéphalie vraie et que les crânes mésaticéphales occupent la plus petite proportion. L'homogénéité est donc à peu près complète.

Les crânes néolithiques d'adultes, masculins et féminins du Schweizersbild, ont un indice céphalique moyen de 75,2, à peu près semblable à celui des populations de Chamblandes.

L'indice céphalique moyen des crânes lacustres dolichocéphales provenant de stations de l'âge de la pierre polie est de 73,04 pour le sexe masculin et de 71,65 pour le sexe féminin (moyenne des deux sexes 72). Tous ces crânes lacustres, sauf ceux qui proviennent de la station lacustre de Chevroux au lac de Neuchâtel (nos 15 845 ; 14 501 et 18 150 du Musée cantonal vaudois d'anthropologie et d'archéologie préhistoriques), se rattachent vraisemblablement à la race dolichocéphale d'origine septentrionale *(type de Genay)*, de M. Georges Hervé ; *(type de Hohberg)*, de His et Rütimeyer. Les crânes de Chevroux paraissent se rapprocher par la saillie de leurs bosses pariétales, par le chignon de leur écaille occipitale et par leur méplat obélique des crânes de la race de *Baumes-Chaudes-Cro-Magnon* (fig. 41, 42 et 43).

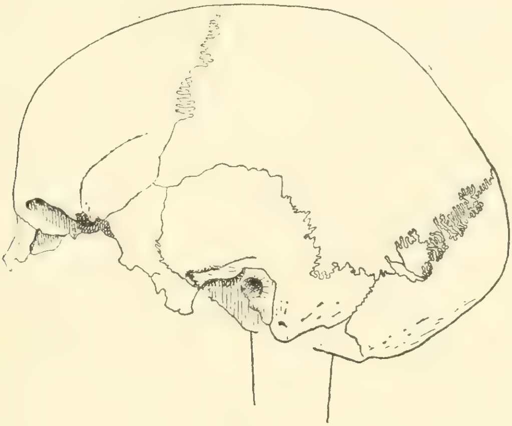


Fig. 41.

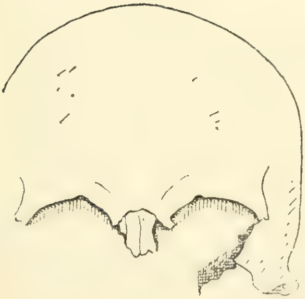


Fig. 42.

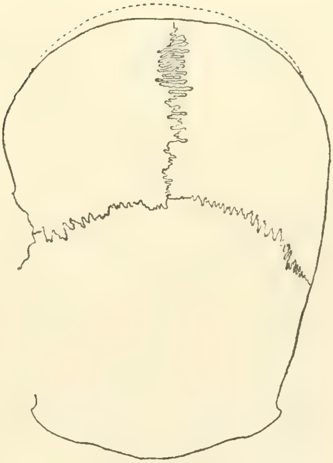


Fig. 43.

Fig. 41, 42 et *43.* — Crâne de Chevroux n° 1 (Profil, face et vue supérieure.)

L'indice céphalique moyen des crânes dolichocéphales vaudois modernes est de 76,2 [1]. L'indice céphalique moyen des crânes allongés valaisans, lesquels sont en petite minorité, est de 74,69 [2]. Sous le rapport de la valeur de l'indice céphalique, il n'y aurait ainsi pas de grande différence entre les crânes dolichocéphales préhistoriques et les crânes allongés plus récents.

Indices de hauteur.

L'indice de *hauteur-longueur* ou indice *vertical de longueur* est de 72,75 pour les crânes masculins et de 72,01 pour les crânes féminins. L'indice moyen de la série totale atteint **72,43** ; l'indice de hauteur-longueur des crânes dolichocéphales vaudois modernes est de 70,78 ; celui des crânes dolichocéphales valaisans atteint 71,12.

L'indice de *hauteur-largeur* ou indice *vertical de largeur* est de 95,47 pour les crânes masculins et de 95,27 pour les crânes féminins, l'indice moyen des deux sexes étant de **95,31**.

L'indice de hauteur-largeur des crânes vaudois dolichocéphales est de 91,38 ; celui des valaisans de 94,85.

Ces deux indices nous démontrent le fort développement vertical des crânes de Chamblandes par rapport à leur longueur et à leur largeur. Ce développement est en tout cas plus accentué sur nos crânes préhistoriques que sur les crânes valaisans et vaudois, lesquels appartiennent vraisemblablement à la race kimrique ou kimro-germanique.

---

[1] A. Schenk, *Etude préliminaire sur la craniologie vaudoise.* « Bulletin Soc. vaud. sciences natur. », vol. XXXV, no 131.

[2] Pittard, *Recherches d'anatomie comparative sur diverses séries de crânes anciens de la vallée du Rhône (Valais).* Genève et Bâle, 1899.

Indice frontal.

L'*indice frontal* ou *stéphanique* de Broca donne une moyenne de 84,46 pour les crânes masculins et de 82,26 pour les crânes féminins. L'indice frontal moyen des crânes de Chamblandes, sexes réunis, est de **83,36**. L'indice frontal moyen atteint 82,20 pour les crânes dolichocéphales vaudois et 83,96 pour les crânes allongés valaisans.

L'indice frontal moyen des crânes appartenant aux séries kimriques est de 82 ; l'indice frontal moyen des populations de Chamblandes serait donc sensiblement plus élevé que celui des séries dolichocéphales kimriques et actuelles ; il indique un front relativement plus large ou tout au moins des crêtes frontales moins divergentes.

Indices fronto-zygomatiques.

L'indice *fronto-zygomatique* peut se calculer de deux façons différentes suivant que l'on compare au diamètre bi-zygomatique maximum le diamètre frontal maximum, stéphanique *(indice fronto-zygomatique supérieur)*, ou le diamètre frontal minimum *(indice fronto-zygomatique inférieur)*.

Voici les résultats obtenus :

Crânes de Chamblandes.

Indice fronto-zygomatique	supérieur masculin		91,63
»	»	inférieur »	76,06
»	»	supérieur féminin	96,1
»	»	inférieur »	77,64
»	»	supérieur moyen	**93,97**
»	»	inférieur moyen	**76,85**

Crânes vaudois dolichocéphales.

Indice fronto-zygomatique		supérieur	92,67
»	»	inférieur	76,85

Indice facial.

L'*indice facial* est le rapport de la hauteur de la face à sa largeur ; il peut être calculé de deux manières différentes, c'est-à-dire en prenant pour hauteur de la face la ligne allant de l'ophryon au point alvéolaire, et pour largeur totale le diamètre bi-zygomatique maximum. Le deuxième procédé (celui de l'entente de Francfort) consiste à mesurer la hauteur faciale du point nasal au point alvéolaire, soit la ligne naso-alvéolaire, et à établir le rapport centésimal de cette hauteur au diamètre bi-zygomatique maximum. Ce deuxième indice est de beaucoup le plus important, car le point ophryon offre souvent certaines difficultés pour être exactement déterminé.

CRANES DE CHAMBLANDES

Crânes masculins.

Indice facial I . . .	66,67
» II . . .	52,89

Crânes féminins.

Indice facial I . . .	62,60
» II . . .	51,01

Indices moyens.

Facial I	**64,64**
» II	**51,95**

Les chiffres ci-dessus nous indiquent une face un peu plus allongée dans le sexe masculin que dans le sexe féminin ; nous voyons, d'autre part, que la face est, en moyenne, faiblement leptoprosope (indice facial II supérieur à 50). La face des squelettes préhistoriques de Chamblandes est relativement plus basse et plus large que celle des crânes allongés vaudois et valaisans modernes ; nous avons, en effet :

Crânes dolichocéphales vaudois.

Indice facial	I,	moyenne	68,01
»	II,	»	55,11

Crânes dolichocéphales valaisans.

Indice facial	I,	moyenne	65,95
»	II,	»	52,25

Si nous répartissons maintenant les faces longues et les faces courtes (leptoprosopes et chamaeprosopes de M. Kollmann) avec la forme des crânes, nous avons :

					Nombre de crânes.
1°	Crânes	dolichocéphales	à face	longue (leptoprosope)	1
2°	»	»	»	courte (chamaeprosope)	1
3°	»	sous-dolichocép.	»	longue (leptoprosope)	3
4°	»	»	»	courte (chamaeprosope)	1
5°	»	mésaticéphales	»	longue (leptoprosope)	1
6°	»	»	»	courte (chamaeprosope)	2

Notre série est insuffisante pour nous permettre de tirer des conclusions, mais nous pouvons cependant constater que les faces chamaeprosopes se rencontrent aussi bien chez les crânes allongés que chez les crânes moyennement longs.

Indice orbitaire.

L'*indice orbitaire* moyen des crânes masculins est très faible, 78,73, et indique une microsémie bien prononcée ; il en est de même pour les crânes féminins, bien que leur indice moyen, 80,13, soit légèrement plus élevé. L'indice orbitaire moyen des crânes de Chamblandes est de **79,43**.

L'indice orbitaire moyen des crânes dolichocéphales vaudois modernes atteint 82,84, et 88,46 chez les dolichocéphales valaisans. L'indice orbitaire des populations de Chamblandes est donc microsème et à peu près identique à celui de la race de *Baumes-Chaudes-Cro-Magnon*. Les orbites sont généralement basses, rectangulaires, transversalement dirigées.

Indice nasal.

L'*indice nasal* est de 49,18 pour les crânes masculins et de 49,67 pour les crânes féminins, l'indice moyen des sexes réunis étant de **49,43**. Le nez des populations préhistoriques de Chamblandes était donc mésorhinien. L'indice nasal des vaudois dolichocéphales est de 47,35 ; celui des dolichocéphales valaisans atteint 48,45. Les Vaudois à crânes allongés sont donc leptorhiniens et les Valaisans mésorhiniens.

Il nous est maintenant loisible de rechercher les relations qui existent entre la forme du nez, l'indice céphalique et l'indice facial II. Nous avons :

1	crâne	dolichocéphale	à face	longue. —	Indice nasal	53,19
1	»	»	»	courte. —	»	45,45
4	»	sous-dolichoc.	»	longue. —	»	46,55
1	»	»	»	courte. —	»	60
1	»	mésaticéphale	»	longue. —	»	54,55
2	»	»	»	courte. —	»	50,63

On voit par là que des crânes dolichocéphales à face longue peuvent avoir un nez platyrhinien, tandis que des crânes dolichocéphales à face courte peuvent avoir le nez leptorhinien, ce qui indique forcément un mélange de races. Généralement cependant, l'indice nasal platyrhinien se rencontre surtout chez les crânes sous-dolichocéphales et mésaticéphales.

Indice du prognathisme.

L'*indice du prognathisme*, calculé d'après la méthode de Flower, qui est à la fois très simple et très rapide, nous donne, pour les crânes masculins, un indice de 98,18, et de 96,56 pour les crânes féminins. L'indice moyen est de **96,87**.

L'indice du prognathisme des crânes dolichocéphales vaudois modernes est de 94,04 : celui des dolichocéphales valaisans, très élevé, atteint 99,55.

A Chamblandes, les crânes masculins, dans leur ensemble, sont sensiblement plus prognathes que les crânes féminins.

⁂

L'*indice du trou occipital* ne présente aucune fixité. Il est en moyenne de 88,39 chez les hommes et de 84,69 chez les femmes. L'indice, les sexes étant réunis, est de **86,54**. Les hommes auraient ainsi un trou occipital proportionnellement plus large que celui des femmes. Les deux extrêmes sont 79,41 et 96,97, laissant ainsi un intervalle de 17 unités.

L'*indice palatin* s'échelonne de 52,64 à 80,85 ; l'indice moyen des crânes masculins est de 60,82 ; celui des crânes féminins de 67,12. La moyenne, les sexes étant réunis, atteint **63,97**. Les crânes masculins ont donc un palais proportionnellement plus allongé que les crânes féminins.

Capacité cranienne.

La capacité cranienne a été calculée de deux manières, suivant l'état dans lequel se trouvaient les crânes, c'est-à-dire soit par le procédé direct du cubage (méthode de Broca), soit par le calcul, en suivant les indications de M. Manouvrier dans son étude « *Sur l'indice cubique du crâne* ». En prenant la moyenne des chiffres obtenus, la capacité cranienne serait de 1525 cm^3 pour les crânes masculins et de 1436 cm^3 pour les crânes féminins, la différence étant ainsi de 89 cm^3.

En calculant le poids du cerveau au moyen de la fraction 0,87 obtenue par M. Manouvrier (*Sur l'interprétation de la quantité dans l'encéphale et dans le cerveau en particulier*), le poids moyen du cerveau des populations préhistoriques de Chamblandes serait de 1323 gr. pour le sexe masculin et de 1249 gr. pour le sexe féminin. Différence 74 gr.

En comparant la capacité cranienne et le poids du cerveau à la circonférence horizontale totale du crâne et à la taille, nous obtenons le tableau suivant :

Hommes.

Corps	Catégorie	Capacité cranienne	Poids du cerveau	Circonférence horizontale	Taille
N^{os} 26, fouilles 1901	Sous-dolichocép.	1788^{cm^3}	1556 gr.	537^{mm}	—
» 4, » 1881	» »	1582	1376	533	$1^{\text{m}}604$
» 6, » 1901	» »	1508	1292	517	$1^{\text{m}}579$
» 11, » 1901	Mésaticéphale .	1480	1287	500	$1^{\text{m}}60$
» 22, » 1901	Dolichocéphale .	1401	1218	510	$1^{\text{m}}60$
» 8, » 1901	Mésaticéphale .	1392	1211	519	$1^{\text{m}}613$
Moyennes . . .	—	**1525**	**1323**	**519**	**$1^{\text{m}}599$**

Femmes.

Corps	Catégorie	Capacité cranienne	Poids du cerveau	Circonférence horizontale	Taille
N^{os} 19, fouilles 1901	Dolichocéphale .	1614^{cm^3}	1404 gr.	532^{mm}	$1^{\text{m}}46$
» 2, » 1881	Sous-dolichocép.	1505	1309	515	$1^{\text{m}}488$
» 7, » 1901	Mésaticéphale .	1429	1243	497	$1^{\text{m}}473$
» 25. » 1901	Dolichocéphale	1327	1154	490	$1^{\text{m}}356$
» 12, » 1901	Sous-dolichocép.	1305	1135	490	$1^{\text{m}}577$
Moyennes . . .	—	**1436**	**1249**	**504,8**	**$1^{\text{m}}471$**

La capacité cranienne moyenne des populations préhistoriques de Chamblandes ne serait ainsi que faiblement inférieure à celle des Européens modernes qui ont une capacité moyenne de 1565 cm^3 ; il en serait de même pour le poids du cerveau qui est en moyenne de 1359 gr. chez les Français, de 1308 gr. chez les Italiens et de 1388 gr. chez les Anglais. La capacité cranienne moyenne des crânes allongés vaudois atteint 1485 cm^3 et le poids de l'encéphale 1292 gr.

D'après les *Crania Ethnica*[1], la capacité cranienne moyenne des crânes préhistoriques se rattachant à la race de Cro-Magnon serait de 1520 cm³ pour les crânes masculins; le poids de l'encéphale, d'après la méthode de l'indice cubique de M. Manouvrier, aurait été en moyenne de 1322 gr. Un crâne féminin a une capacité de 1390 cm³, ce qui équivaut, comme poids de l'encéphale à 1209 gr.

---

[1] A. de Quatrefages et Hamy, *Crania Ethnica. Les crânes des races humaines*. Paris 1882.

Le squelette quaternaire de Chancelade, étudié par M. Testut, a une capacité cranienne minimum de 1710 cm³; le poids de son encéphale devait ainsi s'élever à 1487 gr.

La capacité cranienne moyenne de diverses séries néolithiques[1] était de 1568 cm³ et le poids de l'encéphale 1364 gr.; les squelettes néolithiques recueillis dans la grotte de l'Homme-Mort avaient une capacité cranienne de 1606 cm³ et un poids encéphalique de 1397 gr. Les crânes néolithiques de Châlons-sur-Marne[2] ont une capacité moyenne de 1551 cm³ pour le sexe masculin et de 1417 cm³ pour le sexe féminin, le poids de l'encéphale étant respectivement de 1349 et de 1233 gr. Le crâne néolithique féminin n° 15 845 de la station lacustre de Chevroux, qui présente les caractères de la race de *Baumes-Chaudes-Cro-Magnon*, a une capacité un peu plus faible, 1374 cm³ et un poids encéphalique de 1195 gr.

M. le professeur Kollmann[3] a trouvé pour les crânes néolithiques du Schweizersbild une capacité inférieure à celle des populations de Chamblandes. La capacité cranienne a été calculée par les procédés de Bischoff[4] et de Welcker[5], dont nous prenons la moyenne; elle est de

---

[1] Testut, *Loc. cit.*, p. 160.

[2] Manouvrier, *Etude des ossements et crânes humains de la sépulture néolithique de Châlons-sur-Marne.* « Revue de l'Ecole d'anthropologie de Paris », 1896.

[3] J. Kollmann, *Der Mensch vom Schweizersbild.* Separat-Abzug aus den Denkschriften der « Schweiz Naturforschenden Gesellschaft. » Band. XXXV.

[4] Bischoff, Th. L. W., *Schädelumfang und Gehirngewicht.* « Sitzb. Munchener, Akad. Math. phys. Klasse ». 1864.

[5] Welcker, H., *Wachstum und Bau des menschlichen Schädels.* Leipzig, 1862.

1330 cm³ et le poids du cerveau atteint 1226 gr. pour un squelette masculin de taille moyenne (sépulture nº 8) et de 1257 cm³ pour un squelette masculin de faible taille (pygmée, sépulture nº 14), le poids du cerveau étant seulement de 1196 gr. Enfin, deux crânes féminins (sépultures nºs 9 et 12) appartenant à des individus de petite taille auraient eu une capacité moyenne de 1182 cm³ et un poids encéphalique de 1160 gr.

Si l'on veut comparer le poids moyen du cerveau des populations préhistoriques de Chamblandes aux chiffres obtenus par Topinard[1] chez les Européens adultes (vingt à soixante ans) d'après l'examen de 11 000 pesées, soit 1361 gr. pour l'homme et 1200 pour la femme, on voit que le cerveau des populations de Chamblandes (1323 gr. pour les hommes et 1249 gr. pour les femmes) était remarquablement développé, si l'on tient compte du fait que la taille de ces populations est bien au-dessous de la moyenne.

D'après M. Manouvrier[2], le poids de l'encéphale, déduit de la capacité cranienne, serait de 1357 gr. chez les Parisiens modernes, de 1270 gr. chez les Néo-Calédoniens et de 1238 gr. chez les Nègres. Sous le rapport du poids du cerveau, les populations préhistoriques de Chamblandes sont donc bien supérieures aux races inférieures actuelles et tendent à se rapprocher des Européens modernes.

Sutures craniennes.

Les sutures craniennes ne sont jamais très compliquées et commencent toujours par s'oblitérer par la région antérieure du crâne, les sutures coronale et sagittale étant très souvent complètement fermées, alors que la lambdoïde est encore totalement ouverte. Il y a là un caractère d'infériorité qu'il est important de signaler, car, en règle générale, chez les races supérieures, c'est l'inverse qui a lieu.

---

[1] Topinard, *L'Homme dans la nature*, p. 215.
J. Deniker, *Races et peuples de la terre*, p. 115.

[2] L. Manouvrier, *De la quantité dans l'encéphale*. « Mém. Soc. Anthrop. Paris ». 1re série, t. III, p. 162. Paris 1888.

Mandibules.

Mandibules masculines.

NUMÉROS	22.	4.	6.	24.	11.	MANDIBULES DIVERSES 1.	 2.	 3.
Largeur bi-condylienne	—	124	119	114	—	—	—	—
» bi-goniaque	91	102	98	96	95	100	97	—
» bi-mentonnière	24	47	40	38	23	15	22	23
Hauteur symphysienne	34	36	30	31	36	30	36	29
» molaire	29	27	29	27	32	24	22	24
Branche longueur	63	60	52	55	58	57	—	61
» largeur	32	37	25	31	33	27	—	31
Corde gonio-symphysienne	81	94	75	88	89	82	91	85
Courbe bi-goniaque	167	194	174	185	185	170	187	—
Angle symphysien	76°	—	73°	76°	—	80°	76°	75°
» mandibulaire	121°	—	136°	120°	135°	137°	—	131°

Mandibules féminines.

NUMÉROS	19.	25.	22.	7.	21.
Largeur bi-condylienne	110	101	98	120	—
» bi-goniaque	96	80	92	93	—
» bi-mentonnière	22	18	19	30	20
Hauteur symphysienne	30	33	32	29	30
» molaire	23	26	24	21	25
Branche longueur	58	51	56	51	63
» largeur	28	30	30	27	30
Corde gonio-symphysienne	82	87	78	72	87
Courbe bi-goniaque	162	181	166	160	—
Angle symphysien	71°	85°	77°	72°	75°
» mandibulaire	131°	125°	136°	135°	116°

Les mandibules sont généralement remarquables par leur force et leurs dimensions en tous sens. La symphyse est haute et épaisse, le menton pointu et triangulaire ; les lignes myloïdiennes sont saillantes ; les apophyses géni souvent fortement développées et les fossettes mentonnières bien indiquées.

⁂

Dans ses très intéressants travaux publiés depuis une dizaine d'années, M. Zaborowski s'efforce de démontrer que la race des blonds néolithiques est unie au type de Cro-Magnon par des rapports évidents. Voici ce qu'il écrit à ce sujet dans une note récente intitulée : *Crânes anciens et modernes de la Russie méridionale et du Caucase.* [1]

« D'après les mesures et les figures de crânes qui m'étaient connues d'abord, j'ai identifié les premiers indigènes du Dniestre et du Dniepre avec notre race néolithique (1893). On avait d'ailleurs trouvé déjà de ces restes dans les cavernes de Cracovie. Et en plusieurs circonstances, j'ai exprimé l'opinion que le premier peuplement au nord des Carpathes s'était opéré par la Moravie, en particulier par le chemin tracé par la haute vallée de la Vistule. Tous les crânes recueillis dans les sépultures les plus anciennes du Dniestre et du Dniepre étaient très allongés relativement et absolument. Leur indice nasal était presque toujours celui de leptorhiniens, et leur indice orbitaire peu élevé ou faible. L'un des squelettes de Kamieniec-Podolski, qu'accompagnaient des objets de pierre exclusivement, révélait une musculature athlétique (*Bull. Soc. d'Anthrop. de Paris*, 1895, p. 136). Et la conformation de son crâne d'une extrême dolichocéphalie (68) était plutôt belle. Il n'y avait donc de ma part aucune hardiesse aventureuse à en faire des Kimriques.

---

[1] *Bull. Soc. d'Anthrop. de Paris*, 1901, p. 643.

[2] *Bull. Soc. d'Anthrop. de Paris*, 1898.

» Et dans une note intitulée : *La Souche blonde en Europe*[2], en présentant un crâne d'une conformation assez approchante de celle des crânes de Cro-Magnon, je donnais comme certain que nos blonds néolithiques étaient unis au type de Cro-Magnon par des rapports de filiation évidents. Il me fut objecté que le crâne que je présentais n'offrait pas, vu d'en haut et par derrière, l'aspect pentagonal qu'ont les têtes de Cro-Magnon, du fait de la proéminence des bosses pariétales. Les crânes néolithiques présentent en général, en effet, un quasi-parallélisme de leurs parois. Ce parallélisme se traduit généralement par un indice stéphanique élevé. Dans ma petite série de crânes modernes de Rochefort (*Bull. Soc. Anthrop. de Paris*, 1894, p. 52), on a vu en effet cet indice tomber de 90 à 76 presque régulièrement, suivant l'ordre ascendant de l'indice céphalique. Sur des crânes des Kourganes ukrainiens néolithiques à tombes d'argile battue (Kobrynowa), dont j'ai donné la mesure (*Bull. Soc. Anthrop. de Paris*, 1895, p. 137), il s'élève à 92,85 et 94,25, la différence entre le diamètre frontal minimum et le diamètre stéphanique n'étant que de huit et même seulement de six unités. Leur front est plutôt large (98 et 104), absolument parlant. Ce caractère les sépare bien nettement des crânes globuleux en particulier, comme celui de Villejuif où il descend à 77,98, quel que soit l'indice céphalique, faible également (77,78) dans le crâne en question (*Bull. Soc. Anthrop. de Paris*, 1893, p. 92.) Mais il est subordonné. Il n'a pas de valeur constante. Sur les crânes du type de Cro-Magnon, toutefois, malgré leur apparence pentagonale due à ce que la partie antérieure de la voûte a un diamètre transverse bien plus faible que sa partie postérieure aux bosses pariétales renflées, malgré ce défaut accentué du parallélisme des parois, il ne descend jamais aussi bas que sur les crânes globuleux. Il est faible, il est vrai, chez les gens de Cro-Magnon (81,75 et 82,35) eux-mêmes. Mais il est élevé chez ceux des grottes de Menton, en particulier chez l'un de ceux des *Barma-Grande* (89,37), classés comme appartenant au même type. Il est vrai que, pour mon compte, j'ai toujours considéré les hommes de Menton comme des intermédiaires à notre type blond, ou comme des premiers représentants de nos grands dolichocéphales néolithiques.

» D'autre part, parmi ces derniers, on rencontre des crânes présentant l'aspect pentagonal des crânes de Cro-Magnon. Tel est le cas du crâne de mon second squelette du Thiais (*Bull. Soc. Anthrop. de Paris*, 1894, p. 464), probablement néolithique, sinon plus récent, à indice céphalique très faible (68,06) et à indice stéphanique d'ailleurs moyen (85,97). Et maintenant il est bien prouvé que ce caractère ne sépare pas absolument nos grands blonds néolithiques des gens de Cro-Magnon, après les découvertes récentes accomplies en Autriche et les constatations faites par moi sur deux des crânes rapportés par M. de Baye. Les différences que les uns et les autres présentent dans leur physionomie, du moins dans la longueur de la face, sont bien autrement caractéristiques et importantes. Cependant, les faces ramassées de Cro-Magnon et les faces longues de nos grands blonds se rencontrent déjà côte à côte dans les cavernes de Baumes-Chaudes. Et je note une fois de plus la position intermédiaire des hommes de Menton, à cet égard, comme à d'autres.

» Ce qui distingue au plus haut point la race de Cro-Magnon, disais-je encore dans ma note sur la *Souche blonde en Europe*, ce n'est pas sa dolichocéphalie, certes, c'est la conformation vraiment singulière de ses orbites, en contraste absolu avec ce qu'on voit chez les Asiatiques. Mais cette conformation, précisément, je l'ai signalée avec insistance chez nos blonds du nord. Et c'est elle surtout qui m'a permis de distinguer les peuples d'origine européenne sur les confins du nord-ouest de l'Asie. La microsémie est particulièrement caractéristique des anciens blonds dolichocéphales du nord-est de l'Europe (de leur branche finnoise surtout), comme des gens de Cro-Magnon.

» Que le type de ces derniers passe ou non au type des blonds à face allongée, les orbites restaient donc basses. Et c'était pour moi un signe évident de leurs rapports. C'est pourquoi je cherchais au nord de nos régions des représentants indiscutables de la race de Cro-Magnon.... »

Et plus loin : « Je n'ai pas besoin de rappeler ici que dans la Russie méridionale, au temps des plus anciens Kourganes, des morts ont été inhumés comme à Menton, suivant le rite très particulier consistant à saupoudrer les cadavres d'une terre rouge ferrugineuse. Tel fut le cas, par exemple, des quinze morts des sépultures en auge d'argile battue du Kourgane de Kobrynowa, au sud-ouest de Zwinogrodki en Ukraine. (Voir *Bull. Soc. Anthrop. de Paris*, 1895, p. 127.) Leurs restes étaient recouverts d'une couche terreuse de peroxyde de fer atteignant jusqu'à un demi-centimètre d'épaisseur. Ils n'étaient accompagnés que de poteries et d'objets en os d'une industrie néolithique très pauvre.

» Cet usage, un peu modifié, a certainement persisté dans le centre de l'Europe même jusque vers l'époque de ces Kourganes, jusque vers la fin du néolithique. *Car en Suisse, dans le cimetière à tombes en caisses de Chamblandes*, à côté des crânes et dans la main droite des morts, se trouvaient des morceaux d'ocre jaune et rouge (v. *Bull. Soc. Anthrop. de Paris,* 1898, p. 480), avec du corail et des coquilles de la Méditerranée. ».

Les crânes néolithiques de Chamblandes paraissent confirmer dans une certaine mesure l'hypothèse de M. Zaborowski, puisque nous avons affaire à des crânes dolichocéphales à indice frontal moyen de 83,36, des orbites toujours microsèmes, une face tantôt leptoprosope et tantôt chamæprosope et des individus qui présentent les uns tous les caractères de la race primitive de Cro-Magnon et les autres tous ceux de la race dolichocéphale néolithique d'origine septentrionale. Nous avons même des crânes qui, sous le rapport du squelette facial et de son prognathisme, se rattachent directement au type de Grimaldi, du docteur Verneau. Serait-ce dont qu'il y aurait d'étroits rapports entre la vieille race quaternaire de Laugerie-Chancelade (race de Cro-Magnon), la race à caractères négroïdes de Grimaldi et la race des blonds néolithiques? Nous ne voulons pas, pour le moment, essayer de résoudre la question, les matériaux dont nous disposons pour cela sont encore trop insuffisants, mais nous tenons à constater, à Chamblandes, la présence de ces trois types, tantôt purs, tantôt plus ou moins métissés.[1]

Il ne faut pas oublier non plus que nous avons, à Chamblandes, des objets qui nous viennent les uns du nord, les autres du midi, et qu'il devait y avoir déjà à cette époque des relations commerciales très étendues, favorisant le mélange des races.

---

[1] Si les crânes des squelettes n^{os} 11 et 12 de Chamblandes s'éloignent peut-être un peu par un allongement moins accentué des deux crânes qui ont permis à M. le D^{r} Verneau de constituer son type paléolithique de Grimaldi, ils s'en rapprochent par contre par leurs caractères généraux; de même les os des membres et du bassin présentent par leur forme et leur gracilité des caractères négroïdes accentués, comme sur les squelettes de Grimaldi.

Crânes masculins.

MENSURATIONS		NUMÉROS DES CRANES									
		5.	22.	13.	3.	26	4.	6.	8.	24.	11.
Capacité cranienne approchée		—	1401cm³	—	—	1788cm³	1582cm³	1508cm³	1392cm³	—	1480cm
Diamètres.	Antéro-postérieur maximum	180	182	185	183	190	191	182	180	174	176
	» » métopique	—	177	184	180	186	189	180	178	171	174
	Transversal maximum	126	135	138	137	143	141	140	140	136	138
	» bi-auriculaire	—	122	—	—	125	105	119	123	—	120
	» bi-mastoïdien	—	124	—	—	118	133	119	124	—	119
	» frontal maximum	112	107	—	113	122	123	111	120	108	116
	» » minimum	94	96	—	98	105	102	97	96	-	95
	Vertical basilo-bregmatique	—	130	—	—	140	132	135	126	—	139
Courbes.	Horizontale totale	—	510	—	—	537	533	517	519	—	500
	» préauriculaire	—	270	—	—	285	280	275	275		285
	Transversale totale	—	425	—	—	403	447	435	435	—	440
	» sus-auriculaire	—	297	—	—	325	312	310	305	—	310
	Sous-cérébrale	15	22	18	16	20	23	20	20	18	16
	Frontale-cérébrale	110	100	118	108	120	118	107	106	102	109
	Pariétale	128	120	130	130	135	117	142	118	120	127
	Occipitale supérieure	70	72	—	—	78	77	67	65	75	80
	» inférieure	52	47	—	-	42	50	61	50	—	57
Ligne naso-basilaire		—	103	—	—	103	102	98	100	—	98
Longueur du trou occipital		—	—	—	—	35	34	29	36	—	33
Largeur »		—	—	—	—	28	29	27	30	-	32
Largeur de la face.	Bi-orbitaire externe	—	110	—	107	121	108	102	109	—	101
	Interorbitaire	—	25	—	25	28	27	25	27	—	23
	Bi-zygomatique maximum	-	126	—	-	135	132	124	135	-	125
	Bi-jugale	—	106	—	—	—	110	—	106	-	101

Crânes masculins *(Suite.)*

MENSURATIONS		NUMÉROS DES CRANES									
		5.	22.	13.	3.	26.	4.	6.	8.	24.	41.
Hauteurs de la face.	Intermaxillaire	—	21	—	—	24	22	17	20	—	25
	Totale de la face (ophryo-alvéolaire)	—	90	—	—	97	92	74	82	—	83
	Naso-alvéolaire	—	69	—	—	78	72	57	67	—	68
Orbit.	Hauteur	—	31	—	30	33	29	28	30	—	30
	Largeur	—	39	—	37	40	38	39	39	—	36
Nez	Longueur	—	47	—	—	54	57	40	49	—	44
	Largeur	—	25	—	—	23	23	24	24	—	24
Voûte palat.	Longueur	—	55	—	—	57	56	53	53	—	56
	Largeur	—	34	—	—	37	36	28	32	—	34
Dist. du point alvéolaire au trou occipital.		—	100	—	—	104	96	95	97	—	101
Indices	*céphalique*	**70**	**74,12**	**74,59**	**74,92**	**75,26**	**75,34**	**76,98**	**77,84**	**78,16**	**78,41**
	de hauteur-longueur	—	**71,43**	—	—	**73,69**	**69,11**	**74,18**	**70**	—	**78,98**
	de hauteur-largeur	—	**96,30**	—	—	**97,13**	**91.60**	**96,43**	**90**	—	**100.72**
	frontal	**83,93**	**89,72**	—	**86,72**	**86,07**	**82,93**	**85,09**	**80**	—	**81.89**
	occipital	—	—	—	—	**80**	**88,53**	**93,10**	**83,33**	—	**96,97**
	facial I	—	**71,43**	—	—	**71.85**	**69,69**	**59,68**	**60,74**	—	**66,40**
	facial II.	—	**54,76**	—	—	**57,78**	**54.55**	**45,97**	**49,63**	—	**54.40**
	orbitaire	—	**79,49**	—	**81,08**	**82,5**	**76,32**	**71,79**	**76,92**	—	**83,33**
	nasal	—	**53,19**	—	—	**42.59**	**42,11**	**60**	**48.98**	—	**54,55**
	palatin	—	**61,82**	—	—	**65,09**	**64,28**	**52,64**	**60,38**	—	**60,72**
	du prognathisme (Flower)	—	**97,09**	—	—	**100,97**	**94,12**	**96,94**	**97**	—	**104,08**
	fronto-zygomatique I.	—	**85,08**	—	—	**90.37**	**93,18**	**91.94**	**88,89**	—	**92,80**
	fronto-zygomatique II	—	**76,19**	—	—	**77,37**	**77,21**	**78,23**	**71,11**	—	**76**

Crânes féminins.

MENSURATIONS		NUMÉROS DES CRANES							
		19.	9.	16.	1.	25.	2.	12.	7.
Capacité cranienne approchée		1614 cm^3	—	—	—	1327 cm^3	1505 cm^3	1305 cm^3	1429 cm^3
Diamètres.	Antéro-postérieur maximum	192	184	188	175	178	183	173	176
	» métopique	190	186	186	—	176	182	171	178
	Transversal maximum	138	133	137	128	132	138	132	137
	» bi-auriculaire	121	—	—	—	106	106	114	114
	» bi-mastoïdien	123	—	—	—	111	119,5	115	115
	» frontal maximum	117	—	120	—	106	123	118	115
	» » minimum	95	—	96	—	97	101	92	94
	Vertical basilo-bregmatique	132	—	146	—	122	133	124	128
Courbes.	Horizontale totale	532	—	530	—	490	515	490	497
	» préauriculaire	270	—	—	—	250	275	260	256
	Transversale totale	437	—	—	—	405	430	406	420
	» sus-auriculaire	300	—	—	—	291	304	290	296
	Sous-cérébrale	15	18	20	—	17	17	18	15
	Frontale-cérébrale	112	116	105	—	114	116	100	108
	Pariétale	145	128	147	—	128	110	136	138
	Occipitale supérieure	80	83	80	—	75	75	63	64
	» inférieure	53	47	40	—	44	47	52	51
Ligne naso-basilaire		98	—	111	—	93	100	92	94
Longueur du trou occipital		35	—	34	—	—	37	29	30
Largeur »		28	—	27	—	—	30	26	28
Largeur de la face.	Bi-orbitaire externe	100	—	—	—	—	103,5	100	106
	Interorbitaire	25	—	—	—	—	26,5	22	23
	Bi-zygomatique maximum	126	—	—	—	—	127	118	121
	Bi-jugale	106	—	—	—	—	—	—	98

Crânes féminins *(Suite).*

MENSURATIONS		NUMÉROS DES CRANES							
		19.	9.	16.	1.	25.	2.	12.	7.
Hauteurs de la face	Intermaxillaire	18		—	—	—	17	20	19
	Totale de la face (ophryo-alvéolaire)	79	—	—	—	—	83	75	71
	Naso-alvéolaire	62	—	—	—		69	60	60
Orbit.	Hauteur	30	—	—	—	—	33	28	30
	Largeur	37	—	—	—	—	40	37	37
Nez	Longueur	44	—	—	—	—	51	40	44
	Largeur	20	—	—	—	—	25	21	23
Voûte palat.	Longueur	56	—	—	—	—	47	55	52
	Largeur	39	—	—	—	—	38	32	31
Distance du point alvéolaire au trou occipital		94	—	—	—	—	88	93	92
Indices	*céphalique*	71,87	72,28	72,87	73,71	74,16	75,41	76,30	77,84
	de hauteur-longueur	68,75	—	77,66	—	68,54	72,68	71,68	72,73
	de hauteur-largeur	95,65	—	106,57	—	92,42	96.38	93,94	93,43
	frontal	81,19	—	80	—	91.52	82,11	77.97	81,74
	occipital	80	—	79,41	—	—	81 08	89,66	93,33
	facial I	62,69	—	—	—	—	65,35	63,56	58,68
	facial II	47,62	—	—	—	—	54,35	50,84	49,59
	orbitaire	81,08	—	—	—	—	82,5	75,68	81,08
	nasal	45,45	—	—	—	—	49,02	52,50	52,27
	palatin	69,82	—	—	—	—	80,35	58,18	59,62
	du prognathisme (Flower)	95,92	—	—	—	—	88	101,08	97,87
	fronto-zygomatique I	92,85	—	—	—	—	96,85	100	95,05
	fronto-zygomatique II	75,40	—	—	—	—	79,52	77,97	77,85

SQUELETTE DES MEMBRES

CEINTURE SCAPULAIRE

Omoplates.

Nous ne possédons pas d'omoplates intactes appartenant à des squelettes masculins. Les omoplates du sexe féminin sont par contre plus nombreuses, car la femme ayant été introduite à l'intérieur de la sépulture après l'inhumation de l'homme, son squelette n'a pas toujours été recouvert de terre et ses os plats et délicats se sont beaucoup mieux conservés. Pour se convaincre de la réalité de ce raisonnement, il suffit de constater que les omoplates féminines sont presque toujours recouvertes d'une épaisse couche de tuf.

Voici les indices obtenus sur ces os :

Indices.

Corps	7.		12.	19.	Moyennes	
Omoplates	g.	d.	g.	g.	**g.**	**d.**
Indice scapulaire . .	73,88	74,62	67.91	69,01	**70,27**	**74,62**
» s^{s}-épineux . .	102	106.18	114,28	98,99	**105**	**106,18**

Nous ne voulons point, naturellement, tirer des conclusions sur un nombre d'omoplates aussi restreint, mais nous voulons constater cependant que les indices obtenus sont sensiblement différents de ceux qui sont calculés sur les Européens et d'autres peuples actuels. Voici quelques chiffres à titre de comparaison [1] :

---

[1] R. Martin, *Zur physischen Anthropologie der Feuerländer*, p. 23.

	INDICE scapulaire.	INDICE sous-épineux.
Australiens	64,9	88,5
Européens	65,3	87,8
Fuégiens	65,36	90,8
Péruviens	66,5	89,6
Polynésiens	66,6	89,4
Nègres	69,7	98,5
Andamans	70,2	97,3
Femmes de Chamblandes	**72,45**	**105,59**

M. Manouvrier a obtenu . . 62,24 et 86,35 sur des omoplates néolithiques de Châlons-sur-Marne. Par la forme de leurs omoplates les femmes de Chamblandes se rapprocheraient des Nègres et des Andamans, mais, nous le répétons, notre série est trop faible pour qu'il nous soit permis d'en tirer des conclusions.

Clavicules.

La longueur moyenne des clavicules de Chamblandes est plus faible que la longueur ordinaire de celles des Européens modernes. Nous avons :

SQUELETTES MASCULINS			SQUELETTES FÉMININS		
	Clavicules			Clavicules	
Corps	gauche	droite	Corps	gauche	droite
8	150	—	12	130	—
6	144	138	21	130	—
4	137	130	19	128	128
11	135	135	—	—	—
Moyennes	**141,5**	**134.3**	Moyennes	**129.3**	**128**
	137,9			**128,65**	

La longueur moyenne de la clavicule chez les Européens actuels est de 150 mm.

Considérées au point de vue strictement anthropologique les clavicules sont cylindriques plutôt qu'aplaties et leurs deux courbures interne et externe sont, l'une et l'autre, beaucoup plus accentuées que sur les clavicules actuelles. Le tableau ci-dessus nous montre d'autre part que la clavicule gauche est plus grande que la clavicule droite. L'indice *claviculo-huméral* indique la différence qui existe entre les clavicules préhistoriques de Chamblandes et les clavicules d'Européens et d'autres peuples actuels :

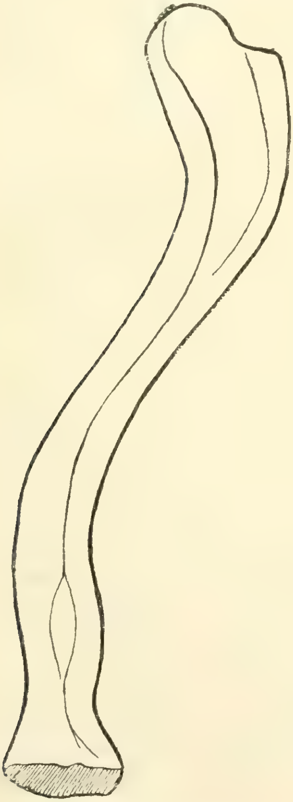


Fig. 44. — Clavicule des squelettes de Chamblandes.

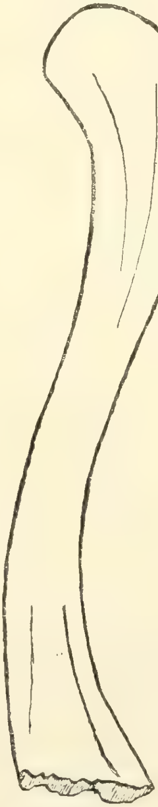


Fig. 45. — Clavicule des Européens actuels.

Indice claviculo-huméral[1].

TYPES	Masculin.	Féminin.
Populations de Chamblandes	46,54	44,61
Européens	44,32	45,04
Nègres	45,89	47,40
Fuégiens	52,13	48,68

Tandis que l'indice claviculo-huméral est moins élevé dans le sexe masculin que dans le sexe féminin chez les Européens et les Nègres, il l'est davantage chez les populations de Chamblandes. Les squelettes féminins de Chamblandes ont un indice claviculo-huméral à peu près identique à celui des Européennes actuelles, tandis que l'indice masculin est supérieur à celui des Nègres.

En considérant l'indice claviculo-huméral des Européens modernes comme étant égal à 100, nous obtenons la sériation suivante :

Européens . . . . 44,32 = 100
Européennes . . . . 45,04 = 101,62
Squelettes masculins de Chamblandes 46,54 = 105
» féminins » 44,61 = 100,63
Nègres . . . . 45,89 = 103,54
Négresses . . . . 47,40 = 106,94
Fuégiens . . . . 52,13 = 117,62
Fuégiennes . . . . 48,68 = 109,83

Cette sériation nous montre de nouveau qu'il n'y a pas de grande différence entre le rapport claviculo-huméral des squelettes féminins de Chamblandes et des Européennes actuelles, mais que cette différence est beaucoup plus sensible en ce qui concerne le sexe masculin.

---

[1] R. Martin, *Loc. cit.*, p. 25.

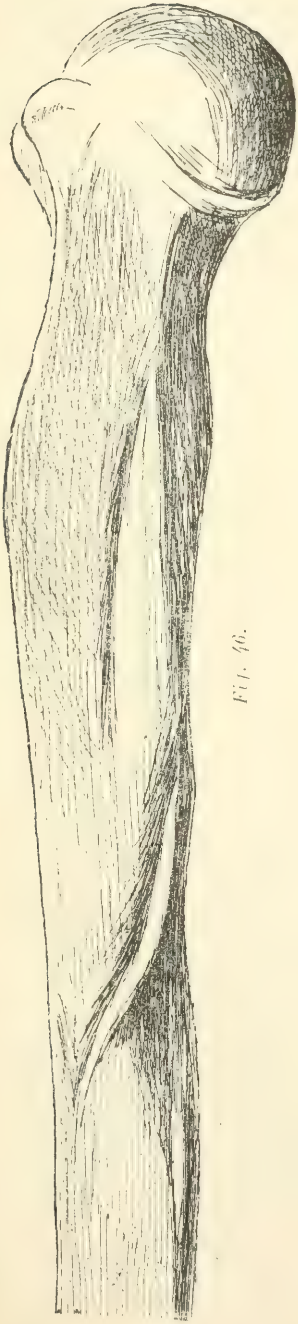


Fig. 46.

Humérus.

Ainsi que M. Manouvrier l'a fait remarquer pour les humérus néolithiques du dolmen d'Epône[1], de la sépulture néolithique de « La cave aux fées », à Brueil[2] et de la sépulture néolithique de Châlons-sur-Marne[3], les humérus de Chamblandes (fig. 46), tant masculins que féminins, sont généralement caractérisés par une incurvation assez forte du quart supérieur de l'os, par la saillie et l'étendue énormes du V deltoïdien, par la saillie considérable des deux lèvres de la coulisse bicipitale, par la largeur et l'aplatissement inusités de la face postéro-interne de l'os au-dessous de la coulisse bicipitale et en dedans du V deltoïdien *(Platyomie).* L'apophyse sus-épitrochléenne n'a jamais été rencontrée.

---

[1] *Le Dolmen « de la Justice » d'Epône (Seine-et-Oise).* « Bulletin de la Société d'Anthropologie de Paris, » 1895, p. 289.

[2] L. Manouvrier, *Etude des crânes et ossements humains recueillis dans la sépulture néolithique dite La Cave aux Fées, à Brueil (Seine-et-Oise).* Extrait des « Mémoires de la Société des sciences naturelles et archéologiques de la Creuse », 2me série, t. III, 2me Bulletin. 1894).

[3] L. Manouvrier, *Etude des ossements et crânes humains de la sépulture néolithique de Châlons-sur-Marne.* « Revue de l'Ecole d'Anthropologie de Paris, » 1896.

L'indice de grosseur des humérus de Chamblandes comme ceux des humérus d'Epône, de Brueil, de Châlons-sur-Marne et des Mureaux[1] est plus élevé dans le sexe masculin que dans le sexe féminin ; en outre il est plus élevé que chez les populations actuelles, ainsi qu'il ressort du tableau suivant :

Dolmen d'Epône, *5 humérus masculins :*
Longueur totale . . = 306 mm.
Circonférence minima = 63,6 »
Indice de grosseur . = 20,5

Sépulture de Breuil, *19 humérus masculins :*
Longueur totale . . = 308,1 mm.
Circonférence minima = 64,7 »
Indice de grosseur . = 20,96

Sépulture de Châlons-sur-Marne, *17 humérus masculins :*
Longueur totale . . = 306,8 mm.
Circonférence minima = 61,6 »
Indice de grosseur . = 20,1

Allée couverte de Mureaux, *10 humérus masculins :*
Longueur totale . . = 314,6 mm.
Circonférence minima = 64,6 »
Indice de grosseur . = 20,53

Chamblandes, 10 humérus masculins :
Longueur totale . . = **296** mm.
Circonférence minima = **60,9** »
Indice de grosseur . = **20,57**

Parisiens contemporains[2], *44 humérus masculins :*
Longueur totale . . = 323 mm.
Circonférence minima = 64 »
Indice de grosseur . = 19,8

---

[1] R. Verneau, *L'allée couverte des Mureaux (Seine-et-Oise)*, « L'Anthropologie. » tome I. 1890.

[2] J. Rahon, *Recherches sur les ossements humains anciens et préhistoriques*, page 413, et L. Manouvrier, *Sépulture de Breuil*, p. 14.

Sépulture de Brueil, *8 humérus féminins :*

Longueur totale . . = 285,1 mm.
Circonférence minima = 56,7 »
Indice de grosseur . = 19,98

Sépulture de Châlons-sur-Marne, *15 humérus féminins :*

Longueur totale . . = 277,5 mm.
Circonférence minima = 55,6 »
Indice de grosseur . = 20

Chamblandes, 13 humérus féminins :

Longueur totale . . = **279** mm.
Circonférence minima = **55,38** »
Indice de grosseur . = **19,86**

Parisiens contemporains, *39 humérus féminins :*

Longueur totale . . = 292 mm.
Circonférence minima = 56 »
Indice de grosseur . = 19,1

Perforation olécranienne. — Deux humérus masculins et un humérus féminin présentent la perforation olécranienne ; nous avons désigné par le n° 1, les perforations très petites; par le n° 2, les moyennes et par le n° 3 les grandes. Par le chiffre 0 nous indiquons les humérus dont le fond de la cavité olécranienne est transparent sans être perforé. Voici leur répartition :

N° 0 . . .	4	humérus	masculins.
N° 1 . . .	1	»	»
N° 2 . . .	1	»	féminin.
N° 3 . . .	1	»	masculin.

Contrairement à ce qui se passe habituellement, les humérus à paroi olécranienne mince ou perforée se rencontrent, à Chamblandes, en proportion plus élevée dans le sexe masculin que dans le sexe féminin. Ce fait est probablement dû à l'insuffisance de notre série.

D'une manière générale les humérus de Chamblandes masculins et féminins présentent manifestement des signes d'un surmenage musculaire exagéré.

Humérus masculins.

CORPS Humérus.	O. D.	4.		8.		6.		11.		24.		22.		O. D.			
	1.	d.	g.	g.	d.	d.	g.	g.	d.	d.	g.	g.	d.	2.	3.	4.	5.
A. Longueur maxima. . .	314	310	305	308	302	294	288	283	—	280	276	—	—	—	—		—
B. Circonférence minima. .	65	60	57	63	68	60	57	55	55	62	62	62	62	66	62	62	75
Indice de grosseur. (Rapport A = 100). B.	**20,70**	**19,35**	**18,68**	**20,45**	**22,18**	**20,41**	**16,32**	**19,43**	—	**22,14**	**22,46**	—	—	—	—	—	—
Diamètre de la tête . . .	—	41	41	40	41	42	40	38	—	36	36	—	—	35	—	—	—
Largeur bicondylienne . .	64	59	59	64	63	59	57	59	59	51	52	—	61	—	57	64	—
Largeur au $^1/_3$ supérieur . .	21	20	22	20	21	23	20	21	22	21	19	20	22	23	—	—	—
Largeur au $^1/_3$ inférieur . .	19	17	19	19	20	20	20	17	17	19	18	18	19	20	—	—	—
Epaisseur au $^1/_3$ supérieur .	24	19	22	22	24	25,5	23	18	18	20	20	24	26	24	—	—	—
Epaisseur au $^1/_3$ inférieur. .	20	18	19	19	22	18	18	17	16	19	19	19	20	20	—	—	—
Perforation olécranienne. .	0.	1.	3.	—	—	0.	0.	—	—	—	—	—	—	—	—	0.	—

Humérus féminins.

CORPS Humérus.	12.		21.		9.		2.		19.		7.		25.	
	d.	g.	g.	d.	d.	g.	g.	d.	g.	d.	d.	g.	g.	d
A. Longueur maxima	297	295	290	290	282	279	275	275	270	270	267	265	—	250
B. Circonférence minima . . .	57	56	55	55	56	55	53	52	58	58	57	55	55	53
Indice de grosseur. (Rapport A = 100.) B.	**19,19**	**18,98**	**18,97**	**18,97**	**19,85**	**19,35**	**19,27**	**18,90**	**21,48**	**21,48**	**21,35**	**20,75**	—	**21,2**
Diamètre de la tête	38	38	37	37	35	35	35	34	39	40	37	36	35	36
Largeur bicondylienne	58	57	56	58	56	54	55	55	58	58	55	56	—	—
Largeur au $^1/_3$ supérieur. . . .	22	21	19	20	18	18	19	20	21	21	18	19	17	17
Largeur au $^1/_3$ inférieur	17	16	15	16	16	16	17	17	18	18	17	17	17	15
Epaisseur au $^1/_3$ supérieur . . .	21	22	20	20	21	20	21	21	22	21	22	21	21	22
Epaisseur au $^1/_3$ inférieur . . .	17	18	17	17	16	16	17	16	18	18	18	18	17	17
Perforation olécranienne. . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—

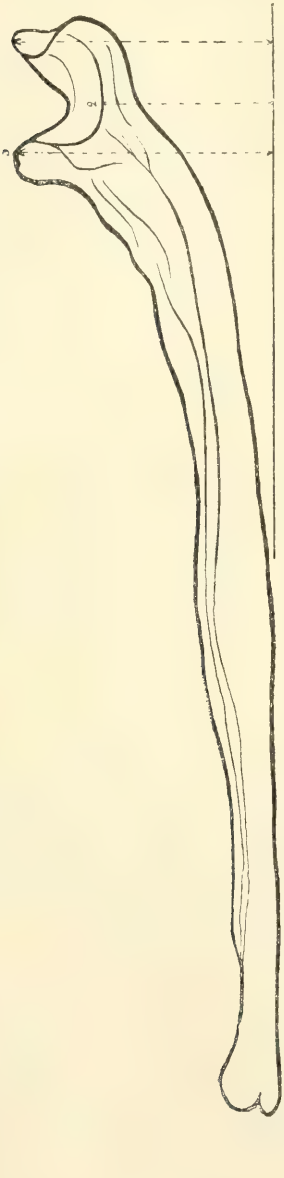


Fig. 47. — Cubitus préhistorique de Chamblandes montrant la forte courbure antéro-postérieure de son extrémité supérieure.

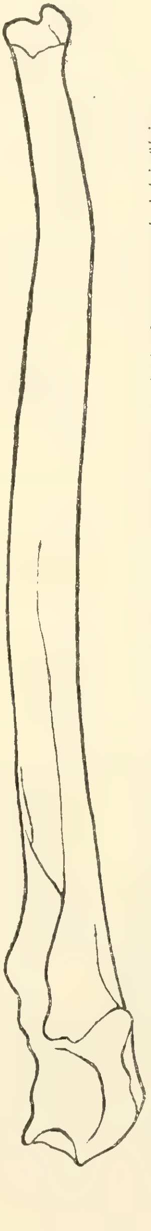


Fig. 48. — Cubitus préhistorique de Chamblandes montrant la courbure latérale de son extrémité inférieure.

Cubitus.

La plupart des cubitus présentent deux courbures intéressantes : 1° une courbure *latérale* (fig. 48), occupant le tiers inférieur de l'os, concave en dehors, c'est-à-dire du côté du radius ; 2° une courbure *antéro-postérieure* (fig. 47), concave en avant, beaucoup plus importante que la courbure latérale. Lorsque l'extrémité inférieure du cubitus repose sur un plan horizontal, sa moitié supérieure se relève et s'écarte de plus en plus de ce plan. Cette courbure a été signalée par M. le professeur Testut, sur le cubitus droit du squelette quaternaire de Chancelade[1] où elle se trouve plus accentuée encore, ainsi que sur les cubitus du vieillard de Cro-Magnon et sur un grand nombre de squelettes néolithiques. Elle est très prononcée chez certains singes, mais, par contre, elle n'est que très faiblement développée, lorsqu'elle existe, sur les cubitus actuels.

Les empreintes musculaires sont toujours bien accentuées sur les cubitus de Chamblandes et leur région supérieure est sensiblement élargie.

Radius.

Les radius présentent souvent une tubérosité bicipitale très développée, en rapport avec les saillies musculaires de l'humérus. Dans la majorité des cas la diaphyse est prismatique, triangulaire dans sa partie moyenne et elle présente une assez forte courbure à concavité interne.

---

[1] Dr Testut, *Recherches anthropologiques sur le squelette quaternaire de Chancelade,* « Bulletin de la Société d'anthropologie de Lyon, » tome VIII, page 193.

Ceinture pelvienne.

Bassins.

CORPS	♂			♀	Moyenne ♂
	4	**6**	**11**	**19**	
Indice général du bassin ou indice pelvien	131,22	126,73	127	**134**	**128,31**
Rapport de la hauteur maxima à la largeur maxima = 100	76.21	78,90	78,74	**74,63**	**77,95**
Rapport de la largeur sous-cotyloïdienne à la largeur maxima = 100	43,12	49,10	56,69	**57,46**	**49,64**
Indice du détroit supérieur .	77,5	83,62	76,12	**81,48**	**79,08**
Rapport de la flèche à la hauteur du sacrum = 100 .	22,22	18,18	21,05	**38,37**	**20,48**
Indice sacral.	102,78	103,64	100,87	**133,72**	**102,43**

Il suffit de comparer les chiffres ci-dessus pour se rendre compte immédiatement de la grande différence qui existe entre le bassin masculin et le bassin féminin.

Voici, d'après Topinard, quelques chiffres à titre de comparaison :

Indice pelvien.

	Hommes.	Femmes.
Européens . . .	126,3	136,9
Nègres d'Afrique .	121,3	134,2
Nègres d'Océanie .	122,7	129

Indice du détroit supérieur.

	Hommes.	Femmes.
Européens . . .	80	79
Nègres d'Afrique .	89	81
Nègres d'Océanie .	91	89

Le bassin de la femme de Chamblandes n° 19 serait ainsi identique à celui des négresses africaines ; par contre les bassins masculins se rapprochent beaucoup de celui des Européens actuels.

Os iliaques isolés.

MESURES DIRECTES	MASCULINS						Moyenne	Max.	Min.	FÉMININS			Moyenne
	Droits.				Gauches.					g.	g.	d.	
	1.	2.	3.	5.	4.	6.				1.	3.	2.	
Longueur de l'ischion au sommet de la crête iliaque	184	200	183	197	184	197	**191**	200	183	—	197	195	**196**
Distance du centre de la cavité cotyloïde au sommet de la crête iliaque	112	126	117	127	110	115	**118**	127	110	111	123	127	**120**
Distance de l'épine antéro-supérieure à l'épine iliaque postéro-supérieure	142	153	144	165	145	—	**150**	165	142	146	—	146	**146**
Distance du centre de la cavité cotyloïde à l'ischion	75	87	70	—	79	83	**79**	87	70	—	75	75	**75**
Distance du centre de la cavité cotyloïde à l'épine du pubis	77	84	77	—	81	—	**80**	84	77	78	—	78	**78**
Hauteur de la symphyse	40	45	43	—	45	—	**43**	45	40	—	—	40	**40**
Hauteur de la cavité cotyloïde	51	52	48	55	48	57	**52**	57	48	50	48	48	**49**
Largeur de la cavité cotyloïde	45	47	44	46	43	53	**46**	53	43	43	44	44	**44**
Longueur du trou obturateur	49	49	46	—	46	—	**48**	49	46	—	—	42	**42**
Largeur du trou obturateur	32	42	33	—	38	—	**36**	42	32	—	—	31	**31**

Os iliaques isolés.

Les chiffres nous indiquent que les différences sexuelles ne sont pas toujours bien prononcées sur les os iliaques; cela tient peut-être, d'une part, à l'insuffisance de la série et, d'autre part, au fait que plusieurs de ces os appartiennent à des adolescents.

Os sacrums isolés.

La remarque que nous venons de faire à propos des os iliaques s'applique aussi aux sacrums. Le rapport de la flèche à la hauteur du sacrum = 100, rapport qui indique dans une certaine mesure le degré de courbure du sacrum, est généralement plus faible dans le sexe féminin que dans le sexe masculin; il en est de même de l'indice sacral ou rapport de la hauteur du sacrum à sa largeur.

Os sacrums isolés.

MENSURATIONS	MASCULINS			Moyennes	Maxima	Minimum	FÉMININS	
	1.	2.	3.				1.	2.
A. Largeur du sacrum	106	117	100	**108**	117	100	112	85
B. Hauteur du sacrum	102	110	98	**103**	110	98	109	87
Flèche.	15?	15?	14	**15**	15	14	21	11
Rapport de la flèche à la hauteur du sacrum = 100 . .	14,71	13,64	14,28	**14,18**	14,71	13,64	19,26	12,64
Indice sacral (B = 100) A.	103,92	106,04	102,04	**104**	106,04	102,04	102,73	97,70

Fémurs.

Considérés dans leur ensemble les fémurs présentent un certain nombre de caractères intéressants. Tout d'abord l'inclinaison de la diaphyse (*angle diaphysaire* de Kuhff[1]) est relativement faible puisqu'il n'est en moyenne que de 9°7 sur les fémurs masculins (maximum 15°; minimum 7°)

---

[1] Kuhff, *Notes sur quelques fémurs préhistoriques.* « Revue d'Anthropologie, 1875,

et de 9°25 sur les fémurs féminins (maximum 13° ; minimum 5°).

Voici quelques chiffres à titre de comparaison :

Squelette de Chancelade	8°5
» néolithiques des grottes de Baye	11°
» » de l'Homme Mort	10°
» » des dolmens de Lozère	11°
Fémurs » de Châlons-sur-Marne (masc.)	10°2
» » » » (fémin.)	10°5
» de Gallo-Romains	12°
» de Carlovingiens	13°
» des races actuelles (moyenne)	15°
» des Suisses actuels[1]	11°

Il paraît résulter de ces chiffres que les deux condyles de l'extrémité inférieure des fémurs de Chamblandes étaient à peu près égaux, l'inclinaison de la diaphyse étant très faible par rapport à la verticale ; sous ce rapport il n'y a pas de différence entre le sexe masculin et le sexe féminin. L'angle d'inclinaison du col du fémur sur la diaphyse (*angle cervico-diaphysaire* de Kuhff, *angle trachléo-diaphysaire de Houzé*) est en moyenne de 126°7 sur les fémurs masculins et de 129°1 sur les fémurs féminins. (Fémurs masculins, maximum 135° ; minimum 120°. Fémurs féminins, maximum 133° ; minimum 123°.)

Squelette de Chancelade	115°
» néolithiques de Baye	129°
» » de l'Homme Mort	125°
» » de la Lozère	122°
» » de Breuil (masculins)	126°4
» » » (féminins)	126°5
» » de Châlons-sur-Marne (masc.)	128°2
» » » » (fémin.)	128°2
Suisses actuels	133°

---

[1] R. Martin, *Zur Physischen Anthropologie der Feuerländer*. p. 42.

D'après Rodet[1], Charpy[2] et Humphry[3] l'angle moyen du col des fémurs sur la diaphyse chez les races actuelles est de 127° à 130° avec de grandes variations individuelles allant de 115° à 140°. Tandis que ces angles sont identiques dans les deux sexes chez les populations néolithiques de Brueil et de Châlons-sur-Marne, l'angle cervico-diaphysaire est légèrement plus faible, à Chamblandes, sur les fémurs masculins que sur les fémurs féminins.

Nous pouvons constater, en outre : 1° que, comme l'a fait remarquer Humphry, les fémurs les plus courts ont généralement un angle moins ouvert que les fémurs les plus longs ; 2° que les fémurs de vieillards ont un angle plus petit que les fémurs d'adultes ; 3° d'autre part, nous constatons que dans la majorité des cas, à Chamblandes, les fémurs droits présentent un angle plus ouvert que les fémurs gauches.

L'indice de grosseur est à peu près le même pour les fémurs masculins que pour les fémurs féminins. Nous avons :

FÉMURS DE CHAMBLANDES

Masculins.

Indice de grosseur moyen = **20,38**
» » minimum = 19,28
» » maximum = 22,11

Féminins.

Indice de grosseur moyen = **20,8**
» » minimum = 18,63
» » maximum = 21,85

---

[1] Rodet, *Des moyens propres à distinguer les différentes espèces de fractures du col du fémur.* Thèse de Paris, 1844.

[2] A. Charpy, *Le col du fémur.* « Bulletin de la Société d'Anthropologie de Lyon, » 1884.

[3] Humphry, *Traité du squelette humain,* 1859 ; « Journal of Anatomy », etc., vol. XXIII, 1889, p. 273-283 et 387-390.

Les fémurs féminins seraient ainsi, à Chamblandes, un peu plus robustes que les fémurs masculins et, d'une manière générale, ils seraient également plus robustes que les fémurs néolithiques de Châlons-sur-Marne et de Livry-sur-Vesle (Marne)[1] :

Châlons-sur-Marne.

Fémurs masculins. Indice de grosseur moyen = 19,5
» féminins. » » » = 19,2

Livry-sur-Vesle.

Fémurs masculins. Indice de grosseur moyen = 19,65

Cet indice a toujours été calculé au moyen de la longueur totale du fémur en position et non au moyen de la longueur maxima.

Platymérie. — La platymérie est, d'après M. Manouvrier[2] un aplatissement antéro-postérieur du tiers supérieur de la diaphyse du fémur. Cet aplatissement, qui est surtout marqué sur une longueur de plusieurs centimètres au-dessous du petit trochanter, et, lorsqu'il existe, du troisième trochanter, au niveau de la gouttière hypotrochantérienne, se rencontre fréquemment sur les squelettes humains de l'âge de la pierre, mais est presque toujours très atténué sur les fémurs modernes. Pour M. Manouvrier il n'y aurait pas une véritable analogie entre l'aplatissement sous-trochantérien chez l'homme et l'aplatissement fémoral des Anthropoïdes. Il serait en rapport, chez l'homme, avec un agrandissement de la partie supérieure du muscle crural provoqué par l'exercice puissant des muscles inférieurs.

---

[1] M. Mohyliansky, *Etude sur les ossements humains de la grotte sépulcrale de Livry-sur-Vesle (Marne).* « Revue de l'Ecole d'Anthropologie de Paris, » 1897.

[2] Manouvrier. *La platymérie.* Congrès international d'Anthropologie et d'archéologie préhistoriques. Paris, 1889.

Sur les variations morphologiques du corps du fémur. « Bulletin de la Soc. d'Anthropologie de Paris, » 1893.

Ce caractère est représenté par *l'indice de platymérie* ou rapport du diamètre sous-trochantérien transverse considéré comme étant égal à 100 au diamètre sous-trochantérien antéro-postérieur. M. Manouvrier considère la platymérie comme très forte lorsque l'indice est inférieur à 65, bien caractérisée entre les indices 65 et 75, nulle entre les indices 80 et 100. Voici les moyennes que nous avons obtenues ; nous les comparerons aux autres séries préhistoriques :

FÉMURS DE CHAMBLANDES

Masculins.

Nous avons établi deux groupes suivant que la somme des deux diamètres était supérieure ou inférieure à 59 mm.

Groupe I. Somme des deux diamètres supérieure ou = 59 mm.
9 fémurs.

Indice de platymérie moyen = **73,16**
» » minimum = 59,46
» » maximum = 79,41

Groupe II. Somme des deux diamètres inférieure à 59 mm.
11 fémurs.

Indice de platymérie moyen = **75,26**
» » minimum = 68,75
» » maximum = 78,13

Féminins. — 18 fémurs.

Indice de platymérie moyen = **75,51**
» » minimum = 69,23
» » maximum = 86,7

Enfants. — 4 fémurs.

Indice de platymérie moyen = **82,43**
» » minimum = 72
» » maximum = 92,86

Fémurs néolithiques de Brueil.

Masculins.

Groupe I. Somme des deux diamètres de 57 à 63 mm.
18 fémurs.

Indice de platymérie moyen = *72,9*
» » minimum = 65,6
» » maximum = 78,8

Groupe II. Somme des deux diamètres de 54 à 56 mm.
23 fémurs.

Indice de platymérie moyen = *73,6*
» » minimum = 51,8
» » maximum = 86,7

Féminins. — 26 fémurs.

Indice de platymérie moyen = *72,0*
» » minimum = 62,5
» » maximum = 85,2

Fémurs néolithiques de Châlons-sur-Marne.

Masculins. — 39 fémurs.

Indice de platymérie moyen = *71,05*
» » minimum = 62,0
» » maximum = 76,7

Féminins. — 23 fémurs.

Indice de platymérie moyen = *81,7*
» » minimum = 77,2
» » maximum = 95,1

Enfants. — 9 fémurs.

Indice de platymérie moyen = *84,11*
» » minimum = 77,1
» » maximum = 91,7

Squelettes néolithiques d'Epône.

Masculins.

Groupe I. Somme des deux diamètres de 59 à 62 mm.
13 fémurs.

Indice de platymérie moyen = *76,4*
» » minimum = 66,7
» » maximum = 106,9

Groupe II. Somme des deux diamètres de 54 à 58 mm.
13 fémurs.

Indice de platymérie moyen = *76,9*
» » minimum = 63,6
» » maximum = 87,1

Féminins. — 21 fémurs.

Indice de platymérie moyen = *75,0*
» » minimum = 65,6
» » maximum = 82,1

Squelettes néolithiques de Livry-sur-Vesle.

6 fémurs masculins.

Indice de platymérie moyen = *69,65*
» » minimum = 66,6
» » maximum = 72,7

Chez les Suisses actuels la platymérie est de 84,6 [1]; chez les Parisiens l'indice de platymérie atteint 88,8 [2]. Nous pouvons donc considérer les fémurs néolithiques de Chamblandes comme présentant une platymérie bien caractérisée ; nous voyons, d'autre part, que l'aplatissement sous-trochantérien antéro-postérieur de notre série est à peu près le même que celui des autres séries préhistoriques. La platymérie est, d'une manière générale, un peu moins accusée sur les fémurs féminins que sur les fémurs masculins ; elle est légèrement plus accentuée sur les fémurs très robustes (premier groupe) que sur ceux du deuxième groupe. Sous ce rapport il y a encore analogie entre les différentes séries que nous venons de comparer.

---

[1] R. Martin. *loc. cit.*, p. 41.

[2] L. Manouvrier, *Squelettes néolithiques du Dolmen d'Epône*, p. 282.

Les fémurs d'enfants que nous possédons sont au nombre de quatre seulement et appartiennent à deux individus ; l'un d'entre eux est très jeune (4 à 5 ans) ; le deuxième peut avoir de 8 à 9 ans. Comme M. Manouvrier l'a remarqué sur les fémurs d'enfants de la sépulture néolithique de Châlons-sur-Marne, la circonférence minimum se trouve plus bas que sur les fémurs adultes, soit vers le milieu de la diaphyse. Ce qui frappe en examinant les deux indices de platymérie c'est leur écart de 20 unités. Les fémurs de l'enfant de 8 à 9 ans ont une platymérie caractérisée, tandis que ceux du jeune enfant ne sont pas platymères du tout. M. Manouvrier avait déjà constaté [1] que sur les fémurs des enfants les plus jeunes, l'indice de platymérie atteint et dépasse 90,0, c'est-à-dire que l'aplatissement fémoral n'est pas supérieur à la moyenne des Européens adultes.

La platymérie transversale n'a jamais été rencontrée sur les fémurs de Chamblandes.

Pilastre fémoral. — Le degré de saillie du pilastre fémoral (*fémurs à colonne, à pilastre*) est déterminé par le rapport du diamètre transversal du fémur (partie moyenne) considéré comme étant égal à 100, au diamètre antéro-postérieur de la même région ; c'est autrement dit *l'indice pilastrique*. Voici les moyennes obtenues sur nos fémurs :

---

[1] L. Manouvrier, *Etude des ossements et crânes humains de Châlons-sur-Marne*, p. 166.

FÉMURS DE CHAMBLANDES

Masculins. — 20 fémurs.

Indice pilastrique moyen = **109,05**
» » minimum = 85,71
» » maximum = 123

Féminins. — 18 fémurs.

Indice pilastrique moyen = **107,29**
» » minimum = 92
» » maximum = 121,73

Enfants. — 4 fémurs.

Indice pilastrique moyen = **106,71**
» » minimum = 100
» » maximum = 119,13

FÉMURS NÉOLITHIQUES DE BREUIL

Masculins. — 34 fémurs.

Indice pilastrique moyen = *107.85*
» » minimum = 92,3
» » maximum = 128,2

Féminins. — 13 fémurs.

Indice pilastrique moyen = *106.2*
» » minimum = 92
» » maximum = 125

FÉMURS NÉOLITHIQUES DE CHALONS-SUR-MARNE

Masculins. — 39 fémurs.

Indice pilastrique moyen = *108.85*
» » minimum = 96,2
» » maximum = 128

Féminins. — 23 fémurs.

Indice pilastrique moyen = *111.9*
» » minimum = 100
» » maximum = 127,5

Enfants. — 8 fémurs.

Indice pilastrique moyen = *95,95*
» » minimum = 87,4
» » maximum = 107,7

SQUELETTES NÉOLITHIQUES DU DOLMEN D'EPÔNE

Masculins. — 17 fémurs.

Indice pilastrique moyen = *109.95*
» » minimum = 92,9
» » maximum = 122,2

Féminins. — 9 fémurs.

Indice pilastrique moyen = *112.2*
» » minimum = 96,0
« » maximum = 138

SQUELETTES NÉOLITHIQUES DE LIVRY-SUR-VESLES

Masculins. — 4 fémurs.

Indice pilastrique moyen = *114,75*
» » minimum = 100
» » maximum = 129,6

Indice pilastrique moyen des Suisses actuels = **103,3** [1]
» » Français » = **104,8**

Nous voyons par la comparaison des chiffres ci-dessus qu'il n'y a pas de différence entre les fémurs néolithiques de Chamblandes et ceux des séries néolithiques françaises étudiées par M. Manouvrier. L'indice pilastrique est, à peu de chose près, identique et accuse un pilastre fémoral sensiblement développé. Dans la majorité des cas, l'indice pilastrique est plus élevé dans le sexe masculin que dans le sexe féminin et il est facile de constater, en jetant un coup d'œil sur les tableaux de mensurations de nos fémurs, que l'augmentation de l'indice pilastrique marche de pair avec l'élévation de l'indice de platymérie, c'est-à-dire que le pilastre fémoral se développe d'autant plus que l'aplatissement sous-trochantérien antéro-postérieur est moins accentué. M. Manouvrier est arrivé au même résultat dans son étude des ossements humains de Châlons-sur-Marne, et il attribue cette tendance de l'augmentation de la saillie pilastrique lorsque diminue la platymérie « à ce que le muscle crural, à l'action duquel sont dues la platymérie et la saillie pilastrique, tend d'autant plus à réaliser son agrandissement par la saillie pilastrique que cet agrandissement est moins suffisamment assuré par la platymérie et inversément[1]. »

---

[1] R. Martin, *loc. cit.*, page 40.

La saillie pilastrique et la platymérie, beaucoup plus développées chez les populations néolithiques de Chamblandes que sur les populations suisses actuelles, indique chez les premières une suractivité musculaire très accentuée des membres inférieurs.

Troisième trochanter et fosse hypotrochantérienne. — Le *troisième trochanter* ou tubérosité située entre le grand et le petit trochanter, sur la branche de bifurcation de la ligne âpre, qui donne insertion à la partie inférieure du muscle fessier, existe sur les fémurs des squelettes masculins n^{os} 4, 8 et 13, et sur les fémurs des squelettes féminins n^{os} 9 (fémur gauche) et 12, mais il est généralement peu accentué et inégalement développé des deux côtés. « La *fosse hypotrochantérienne*, qui est une cavité creusée dans le sens de l'axe diaphysaire, est située à la partie supérieure, postérieure et externe de la diaphyse ; les bords de cette fosse sont, du côté interne, la lèvre externe de bifurcation de la ligne âpre ; du côté externe, la fosse est limitée par le bord externe de la diaphyse, bord souvent transformé en crêtes saillantes ; le fond de la fosse est tantôt lisse, tantôt couvert de rugosités[1]. »

---

[1] L. Manouvrier, *Etude des ossements et crânes humains de la sépulture néolithique de Châlons-sur-Marne.* « Revue de l'Ecole d'anthropologie de Paris », 1896, page 163.

La fosse hypotrochantérienne existe sur les fémurs des squelettes masculins nos 8, 13, 17 (fémur gauche) et 24 ; sur les fémurs des squelettes féminins nos 9, 12 et 25. Elle se trouve donc, en même temps que le troisième trochanter, sur les fémurs des squelettes masculins nos 8 et 13, et des squelettes féminins nos 9 et 12. La fosse hypotrochantérienne est très accusée sur les deux fémurs des corps nos 8, 24, 25 et 18 (enfant, fémur gauche). Elle est peu profonde sur les fémurs des corps nos 9 12 et 17.

Comme M. Houzé l'a constaté, la présence de cette fosse, lorsqu'elle est profonde et très développée, accroît beaucoup le diamètre transversal de la diaphyse, ce qui contribue à augmenter la platymérie antéro-postérieure.

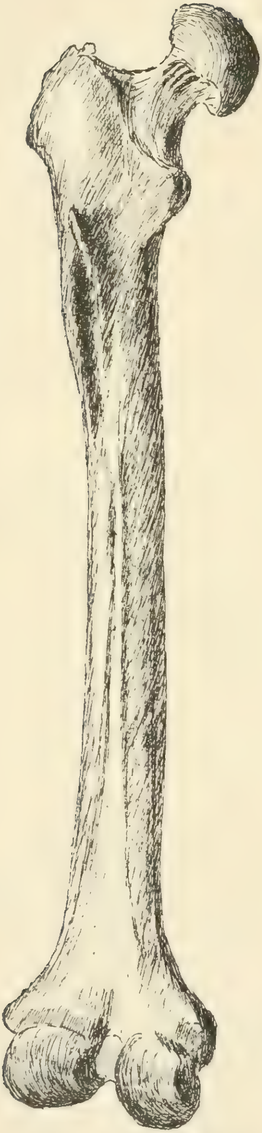


Fig. 49. — Fémur préhistorique de Chamblandes montrant le 3e trochanter et la fosse hypotrochantérienne.

---

[1] Houzé, *Sur la présence du 3e trochanter chez l'homme.* « Bulletin de la Société d'Anthropologie de Bruxelles », tome II, 1884, page 35.

Waldeyer, *Der Trochanter tertius des Menschen nebst Bemerkungen zur Anatomie des os Femoris.* « Archiv. fur Anthropologie », 1880.

A. von Török, *Ueber den Trochanter tertius.* « Anatom. Anzeiger I. page 169.

(Exemple : corps n° 8 où les fémurs ont un indice de platymérie de 59,46 et 60,52). M. Houzé a trouvé que le troisième trochanter est exceptionnel, en Belgique, à l'âge du Renne, qu'il a une fréquence de 38 % à l'âge de la pierre polie, et de 30,15 % chez les Bruxellois actuels. D'après M. Houzé toujours, la fosse hypotrochantérienne est un caractère constant de tous les fémurs de l'âge du Renne en Belgique ; elle est très accusée, mais moins fréquente à l'âge de la pierre polie et devient positivement rare à l'époque moderne.

A Chamblandes, nous trouvons le troisième trochanter présent dans une proportion du 35,29 % sur les fémurs masculins, et du 25 % sur les fémurs féminins.

La fosse hypotrochantérienne existe dans une proportion du 41,17 % sur les fémurs masculins, et du 50 % sur les fémurs féminins. Nous pouvons constater, en outre, que la fosse hypotrochantérienne est généralement beaucoup plus développée sur les fémurs dont les épiphyses sont formées, mais incomplètement soudées à la diaphyse, que sur les fémurs de vieillards. D'après M. Houzé, le troisième trochanter sert d'insertion au muscle grand fessier ; les bords de la fosse hypotrochantérienne servent d'insertion, ainsi que la surface rugueuse de son fond, aux fibres terminales du grand fessier ; le bord interne de la fosse ou lèvre externe de la ligne âpre sert d'insertion au petit adducteur profond.

La longueur moyenne des fémurs masculins de Chamblandes est de 413 mm. pour les fémurs droits aussi bien que pour les fémurs gauches. Celle des fémurs féminins est de 397,7 pour le côté gauche et de 393,4 pour le côté droit. La longueur moyenne des fémurs suisses modernes est de 452 mm.

Fémurs

CORPS Fémurs.	8.		O. D.		22.		4.	
	g.	d.	1.	3.	g.	d.	g.	d.
Diamètre de la tête . . .	50	48	46	46	45	45	44	44
Longueur maxima . . .	438	—	—	—	413	412	420	417
A. Longueur en position .	429	—	468	—	410	410	417	414
B. Circonférence minima .	87	85	95	90	86	87	84	85
Diamètre sous-trochantérien transverse . . .	37	38	36	35	33	34	33	33
Diamètre sous-trochantérien antéro-postérieur. .	22	23	26,5	27	25	26	26	25
Diamètre transverse (partie moyenne)	28	29	30	27	25	26	26	26
Diamètre antéro-postérieur (partie moyenne) . . .	24	26	31	31	28	29	28	29
Angle d'inclinaison . . .	15°	–	8°,5	—	9°	10°	10°	9°,5
Angle du col.	127°	131°	127°	128°	135°	130°	120°	128°
Indice de grosseur. (Rapport A = 100.) B. . .	**20,27**	—	**20,29**	—	**20,98**	**21,22**	**20,14**	**20,53**
Indice de platymérie . .	**59,46**	**60,52**	**73,61**	**77,14**	**75,76**	**76,47**	**78,79**	**75,76**
Indice pilastrique . . .	**85,71**	**89,65**	**103,03**	**114,81**	**112**	**111,54**	**107,69**	**111,53**

Fémurs

CORPS Fémurs.	12.		2.		19.	
	g.	d.	g.	d.	g.	d.
Diamètre de la tête	42	42	41	41	41	41
Longueur maxima	425	426	—	389	386	386
A. Longueur en position	423	424		387	381	383
B. Circonférence minima	80	80	75	80	80	82
Diamètre sous-trochantérien transv.	29	29	34	36	31	32
Diamètre sous-trochantérien antéro-postérieur	22	22	27	28	24	23
Diamètre transverse (partie moyenne).	24	23	25	26	25	25
Diamètre antéro-postérieur . . .	28	28	23	25	25	25
Angle d'inclinaison	5°	7°	8°	8°	13°	10°
Angle du col.	133°	131°	123°	123°	127°	127°
Indice de gros^{r}. (Rapport A = 100.) B.	**18,68**	**18,87**	—	**20,67**	**20,99**	**21,41**
Indice de platymérie	**75,86**	**75,86**	**79,41**	**77,78**	**77.42**	**71,87**
Indice pilastrique	**116,67**	**121,73**	**92**	**96,15**	**100**	**100**

asculins.

13.		6.		17.	11.		24.		O. D.		
d.	g.	g.	d.	g.	g.	d.	g.	d.	2.	4.	5.
44	43	43	42	43	42	41	—	38	—	—	—
421	418	418	413	420	418	418	398	398	—	—	—
416	414	415	412	416	413	413	395	395	—	—	—
85	85	80	83	92	82	80	80	80	98	84	90
32	33	32	33	34	29	30	31	32	36	33	33
24	24	25	25	27	22	22	22	22	26	25	26
25	26	25	25	26	27	26	25	25	27,5	26	26
30	30	27	29	32	28	28	25	25	29	27	31
8°	12°	8°	7°	10°	11°	12°	9°	8°	9°	—	—
125°	124°,5	125°	128°	125°	120°	127°	127°	127°	—	—	—
20,04	**20,53**	**19,28**	**20,15**	**22,12**	**19,61**	**19,37**	**20,25**	**20,25**	—	—	—
75	**72,85**	**78,13**	**75,76**	**79,41**	**75,86**	**73,33**	**70,97**	**68,75**	**72,22**	**75,76**	**78,79**
120	**115,38**	**108**	**116**	**123**	**103,70**	**107,69**	**100**	**100**	**105,45**	**103,84**	**119,23**

minins.

7.		9.		25.		14.		16.		21.	
g.	d.	g.	d.	g.	d.	g.	d.	g.	d.	g.	d.
40	40	40	39	39	—	—	—	—	—	—	—
393	388	400	394	—	—	—	—	—	—	—	—
389	383	397	390	—	—	—	—	—	—	—	—
85	83	80	80	67	65	—	—	—	70	—	—
31	29	30	28	26	25	26	26	—	29	30	30
24	24	22	22	18	18	21	21	—	21	21	21
25	25	24	24	19	20	20	22	21	20	26	27
29	28	25	25	23	23	22	23	23	23	25	27
11°,5	11°	9°	10°	—	—	—	—	—	—	—	—
130°	130°	132°	132°	133°	—	—	—	—	—	—	—
21,85	**21,67**	**21,51**	**20,51**	—	—	—	—	—	—	—	—
77.42	**82,76**	**73,33**	**78,57**	**69,23**	**72**	**80,77**	**80,77**	—	**72,41**	**70**	**70**
116	**112**	**104,17**	**104,17**	**121,05**	**115**	**110**	**115**	**109.51**	**115**	**95,76**	**100**

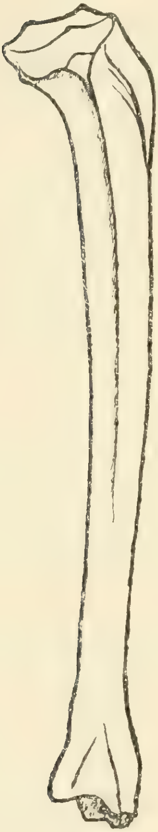


Fig. 50. —

Tibias.

D'une manière générale, les tibias de Chamblandes présentent à un degré relativement accusé le déjettement en arrière de leur extrémité supérieure, formant ainsi avec l'axe de la diaphyse un angle plus petit qu'il ne l'est sur les tibias actuels, de manière à rendre oblique la surface de leurs plateaux articulaires (fig. 50). M. Manouvrier a montré que cette *rétroversion de la tète du tibia*[1], comme il désigne ce caractère, était fréquente chez la plupart des populations préhistoriques de la France et chez divers peuples sauvages actuels.

Nous pouvons encore noter, comme caractère important et très fréquent de l'extrémité supérieure des tibias de Chamblandes, un caractère signalé par M. le Dr Testut sur le tibia gauche de l'homme quaternaire de Chancelade[2]: « 1° le développement considérable de la tubérosité antérieure; 2° la présence d'une fosse profonde en arrière et au-dessous de la surface articulaire, indice non équivoque d'un muscle poplité très développé. »

---

[1] L. Manouvrier, *Etude sur la rétroversion de la tête du tibia et l'attitude humaine à l'époque quaternaire.* « Mémoire de la Société d'Anthropologie de Paris », tome IV, 1890.

Ce caractère a été aussi signalé par M. le Dr Collignon dans sa *Description des ossements fossiles humains trouvés à Bollwiller.* « Revue d'Anthropologie », 1880; par MM. J. Fraipont et Lohest sur les tibias des hommes de Spy en Belgique; (J. Fraipont, *Le tibia dans la race de Neanderthal.* « Revue d'Anthropologie », 3e série, tome III, page 145); par M. le Dr Testut sur le squelette quaternaire de Chancelade (*loc. cit.*), et par M. le Dr R. Martin sur les tibias de Fuégiens (*Zur physichen Anthropologie der Feuerländer,* Braunschweig, 1893).

[2] Dr Testut, *loc. cit.*, page 205.

Un autre caractère lié à la rétroversion de la tête du tibia est l'aplatissement de la diaphyse dans le sens transversal connu sous le nom de platycnémie. L'*indice de platycnémie* est à peu de chose près le même sur les tibias de Chamblandes que dans les autres séries néolithiques ou sur les tibias quaternaires. Nous avons, en effet, un indice moyen de **62,71** pour 23 tibias masculins (maximum : 68,75 ; minimum : 48,72), et de **64,95** pour 18 tibias féminins (maximum : 83,33 ; minimum : 60). Voici quelques chiffres à titre de comparaison[1] :

Dolmen de la Crote (Ardèche)	62	
Chancelade	63,28	
Cro-Magnon (Dordogne) . .	63	
Dolmen de la Planaise (Ard.)	63	
Lehm de Bollwiller (Alsace)	63	
Grottes de Baye (Marne) . .	64	
Caverne de Châtaillon (près de Montbéliard)	64	
Caverne de l'Homme-Mort (Lozère)	64	
Dolmen d'Epône	62,5	(15 tibias masculins).
» »	65,9	(9 » féminins).
Sépult. de Châlons-sur-Marne	60,9	(28 tibias masculins, forte stature).
» » » .	62,6	(28 tibias masculins, stature médiocre).
» » » .	64,3	(32 tibias féminins).
» Brueil	61,2	(39 tibias masculins, forte stature).
» »	63,1	(49 tibias masculins, stature médiocre).
» »	62,1	(40 tibias féminins).

---

[1] Kuhff, *De la plactynémie dans les races humaines.* « Revue d'Anthropologie » , 1881, page 255.

Ce tableau nous indique donc, d'une part, que la platycnémie est la même chez les populations de Chamblandes que chez les autres populations préhistoriques ; d'autre part, qu'elle est plus accentuée dans le sexe masculin que dans le sexe féminin. De nos jours, la platycnémie est à peu près nulle, ainsi que le démontrent les chiffres ci-dessous :

Parisiens	73
Suisses	70,6

Dans son *Mémoire sur la Platycnémie chez l'homme et chez les Anthropoïdes*[1], M. Manouvrier laissait à supposer, d'après l'interprétation qu'il donne de ce caractère, que la platycnémie devait se produire pendant l'adolescence. Dans son travail sur les ossements préhistoriques de Breuil, ce savant anthropologiste indique comme moyenne de platycnémie d'une série de tibias d'adolescents de dix à seize ans l'indice de 69,5. signifiant un aplatissement transversal à peu près nul ; or nous pouvons constater que les tibias de Chamblandes qui présentent la platycnémie la plus faible appartiennent précisément à de jeunes individus :

				Tibia gauche.	Tibia droit.
Corps	n° 6,	masculin,	jeune :	68,75	67,61
»	n° 24	»	»	66,67	68,75
»	n° 9	féminin,	»	73,33	71,88
»	n° 25	»	»	70,37	73,08
»	n° 14	»	»	83,33	78,95

Là aussi la platycnémie est plus faible dans le sexe féminin que dans le sexe masculin. Ces deux exemples qui concordent absolument paraissent bien confirmer l'explication de la platycnémie donnée par M. Manouvrier, à savoir que l'aplatissement du tibia est produit chez l'homme par un agrandissement considérable de la surface d'insertion du muscle jambier postérieur et, par suite, par la suractivité de ce muscle. Ce ne serait pas l'action du jambier postérieur sur le pied qui serait en jeu, mais bien sa fonction inverse, qui consiste à maintenir solidement le tibia dans l'immobilité, pendant que le fémur prend sur cet os son point d'appui dans la station verticale et surtout dans les mouvements de la course et de la marche. M. Manouvrier a montré en outre que ce caractère est en général associé à la rétroversion de la tête du tibia et à la platymérie du fémur. Ces trois caractères seraient en rapport avec l'attitude demi-fléchie du membre inférieur, soit avec un mode de marche qu'il désigne sous le nom de *marche en flexion* laquelle est très commune encore chez les paysans qui habitent des terrains accidentés, cette attitude étant avantageuse à la station absolument verticale. Cette marche en flexion aurait donc été fréquente chez les populations préhistoriques en général et chez celles de Chamblandes, en particulier.

---

[1] *Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris;* 2me serie, tome III.

L'extrémité inférieure des tibias est presque toujours caractérisée par une facette malléolaire se dirigeant obliquement en bas et de dedans en dehors, au lieu d'être à peu près verticale comme sur les tibias actuels, mais cette inclinaison est toujours très faible. En outre il existe un empiétement parfois assez fort de la surface lisse articulaire sur le bord antérieur de l'extrémité inférieure du tibia; quelquefois même et c'est le cas sur les tibias des squelettes féminins n^os^ 2 et 19 (race de Baumes-Chaudes-Cro-Magnon) il existe une double facette astragalienne semblable à celle décrite par Thomson sur les tibias de Veddahs de Ceylan[1] avec sa forme semi-lunaire caractéristique.

Contrairement à l'opinion de plusieurs auteurs qui ont pensé qu'il existait un rapport entre la platycnémie et la fréquence de l'attitude accroupie, cette dernière produisant par le contact du bord antérieur et inférieur du tibia avec l'astragale dans une flexion extrême du pied sur la jambe, la facette articulaire désignée sous le nom de facette astragalienne, M. Manouvrier pense, au contraire, que la position accroupie étant une attitude de repos et la platycnémie liée à une suractivité musculaire, il n'y a aucune relation entre la platycnémie et la facette astragalienne.

---

[1] Arthur Thomson, *On the osteology of the Veddahs of Ceylon*, « Journal of the Anthrop. Institute, » t. XIX, p. 134.

Sur les tibias néolithiques de Châlons-sur-Marne qui sont très platycnémiques, M. Manouvrier n'a jamais rencontré la facette astragalienne de Thomson, mais oui bien un empiétement de la surface lisse articulaire sur le bord antérieur de l'extrémité inférieure du tibia. Cet empiétement est représenté par les chiffres 1, 2 et 3 suivant son importance, le chiffre 0 indiquant son absence complète. Sur 58 tibias M. Manouvrier obtient le résultat suivant :

N° 0	8 tibias
N° 1	15 »
N° 2	14 »
N° 3	21 »

Ces facettes rudimentaires se répartissent comme suit suivant l'indice de platycnémie :

		Facette	
		N° 0	N° 3
Indice de platycnémie . . .	Moyenne	60,4	63,2
» »	Maximum	54,1	54,6
» »	Minimum	70,3	73,9

M. Manouvrier conclut par là que l'empiétement de la surface inférieure articulaire du tibia sur le bord antérieur de l'os est sans relation avec la platycnémie.

Nous avons essayé de rechercher les relations qu'il y avait entre la présence de la platycnémie et la présence de la facette astragalienne sur les tibias de Chamblandes et nous sommes arrivés au résultat suivant :

Tibias masculins.

N° 1. 6 tibias. *Indice de platycnémie moyen* = **65,16**
» » maximum = 68,75
» » minimum = 62,16
N° 2. 5 tibias. *Indice de platycnémie moyen* = **62,28**
» » maximum = 65,63
» » minimum = 58,75
N° 3. 8 tibias. *Indice de platycnémie moyen* = **59,94**
» » maximum = 68,75
» » minimum = 48,72

Tibias féminins.

N° 0. 2 tibias. *Indice de platycnémie moyen* = **64,71**
Les deux tibias ont un indice identique.
N° 1. 2 tibias. *Indice de platycnémie moyen* = **72,6**
» » maximum = 73,33
» » minimum = 71,88
N° 2. 4 tibias. *Indice de platycnémie moyen* = **68,33**
» » maximum = 73,08
» » minimum = 61,76
N° 3. 2 tibias. *Indice de platycnémie moyen* = **60,—**

Les deux tibias ont un indice identique.

Nous avons choisi les mêmes numéros que M. Manouvrier pour désigner la valeur des facettes astragaliennes, avec cette différence que le n° 2 désigne des facettes sensiblement développées et le n° 3 des facettes très nettement caractérisées.

La comparaison des chiffres obtenus ci-dessus nous indique que dans notre série : 1° l'absence de facette se rencontre sur des tibias féminins qui ont une platycnémie plutôt faible, qu'elle ne se rencontre pas sur des tibias masculins ; 2° que l'empiétement de la surface lisse articulaire sur le bord antérieur de l'extrémité inférieure du tibia existe sur des tibias ayant une platycnémie relativement

Tibias

CORPS Tibias	O. D.	17,		6.		22.		O. D.
	3.	g.	d.	g.	d.	g.	d.	4.
Largeur maxima	77	76	—	75	75	74	—	72
A. Longueur totale	—	—	—	334	335	342	337	—
B. Circonférence minima	80	—	—	71	70	75	75	—
Diamètre antéro-postérieur	40	38	39	32	32,5	38	39	36
» transverse	23,5	24	25	22	22	20	19	22
Somme des deux diamètres	63,5	62	64	54	54,5	58	58	58
Indice de grosseur (A = 100). B.	—	—	—	**21,22**	**20,90**	**21,92**	**22,22**	—
» *de Platycnémie*	**58,75**	**63,15**	**64,10**	**68,75**	**67,61**	**52,63**	**48,72**	**61,11**
Facette astragalienne	2.	1.	1.	1.	1.	3.	3.	—

Tibias

CORPS Tibias.	9.		7.		12.	
	g.	d.	g.	d.	g.	d.
Largeur maxima	68	69	—	68	68	68
A. Longueur totale	334	339	317	317	346	346
B. Circonférence minima	74	73	75	75	72	71
Diamètre antéro-postérieur	32	32	32	34	34	34
» transverse	22	23	21	21	22	22
Somme des deux diamètres	54	55	54	55	56	56
Indice de grosseur (A = 100). B.	**22,16**	**21,58**	**23,66**	**23,66**	**20,52**	**20,52**
» *de Platycnémie*	**73,33**	**71,88**	**65.63**	**61,76**	**64,71**	**64,71**
Facette astragalienne	1.	1.	2.	2.	0.	0.

asculins.

4.		11.		13.		O. D.		24.		8.		O. D.		
d.	g.	g.	d.	g.	d.	2.	1.	d.	g.	g.	d.	5.	6.	7.
71	69	69	68	68	68	67	65	64	60	—	—	—	—	—
356	356	346	346	340	338	338	318	320	318	354	—	—	—	—
75	73	72	71	78	76	80	78	72	70	80	74	—	—	—
34	34	32	33	36	36	37	35	33	32	38	35	35	36	35
21	21	21	21	22	22	23	23	23	22	23	21	22	26	23
55	55	53	54	58	58	60	58	56	54	61	56	57	62	58
21,08	**20,54**	**20,81**	**20,52**	**22,94**	**22,49**	**23,66**	**23,42**	**22,5**	**22,01**	**22,32**	—	—	—	—
61.7	**61,7**	**65,63**	**63,64**	**61,11**	**61,11**	**62,16**	**65,2**	**66,67**	**68,75**	**60,53**	**60**	**62,86**	**72,22**	**65,71**
2.	2.	2.	2.	3.	3.	1.	1.	3.	3.	3.	3.	—	—	—

éminins.

19.		2.		25.		14.		16.		21.	
g.	d.	g.	d.	g.	d.	g.	d.	g.	d.	g.	d.
68	68	67	67	58	—	—	—	—	—	—	—
315	315	319	325	280	—	—	—	—	—	—	—
71	71	67	68	63	63	—	—	—	—	—	—
35	35	28	31	27	26	18	19	31	31	31	32
21	21	20	21	19	19	15	15	21	21	20	21
56	56	48	52	46	45	33	34	52	52	51	53
22,54	**22,54**	**21**	**20,92**	**22,50**	—	—	—	—	—	—	—
60	**60**	**71,43**	**67,74**	**70,37**	**73,08**	**83,33**	**78,95**	**64,52**	**64,52**	**64,52**	**65,63**
3.	3.	2.	2.	2.	2.	—	—	—	—	—	—

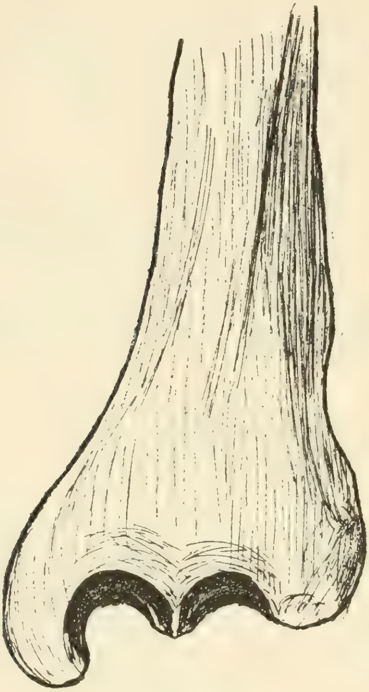


Fig. 51. —

faible ou nulle ; 3° que les facettes rudimentaires se rencontrent sur des tibias ayant une platycnémie moyenne accentuée pour le sexe masculin et faible pour le sexe féminin, et 4° *que toujours les facettes astragaliennes typiques se trouvent sur des tibias très platycnémiques*, appartenant soit au sexe masculin, soit au sexe féminin. Notre série n'est pas assez importante pour que nous puissions en tirer des conclusions définitives mais nous avons cru intéressant de faire ressortir le fait que, dans notre série préhistorique, les tibias les plus platycnémiques sont précisément ceux sur lesquels existent les facettes astragaliennes les mieux caractérisées.

Péronés.

Les péronés des squelettes de Chamblandes sont presque tous caractérisés par des crêtes d'insertion musculaires et ligamenteuses très développées et, sur leurs faces, par de véritables excavations longitudinales en forme de cannelures, destinées, elles aussi, à offrir aux muscles de plus larges surfaces d'insertion. Ces *péronés cannelés* qui se rencontrent très fréquemment chez les races de l'époque de la pierre polie (Cro-Magnon, Homme-Mort, Grenelle, etc.), s'associent toujours à des tibias platycnémiques. Ils viennent donc confirmer le fait déjà constaté sur les autres os des membres des sept squelettes de Chamblandes, à savoir le fort développement musculaire, lequel est à peu près général.

LA TAILLE.

La taille moyenne des populations néolithiques de Chamblandes est relativement faible ; en tout cas elle est très fortement au-dessous de la moyenne :

Taille masculine moyenne . . .	**1 m. 582**
» féminine »	**1 m. 486**

La différence sexuelle serait ainsi de 96 mm.

Au Schweizersbild M. le professeur Kollmann a obtenu une taille de 1 m. 662 pour un squelette masculin et de 1 m. 424 pour trois squelettes féminins (pygmées). La différence entre la taille moyenne des squelettes de Chamblandes et celle des femmes du Schweizersbild serait ainsi très minime et nous pourrions considérer les femmes n^{os} 2, 7 et 19 qui sont âgées et ont par conséquent atteint toute leur croissance (taille de 1 m. 488 ; 1 m. 473 et 1 m. 46), comme rentrant dans la catégorie des pygmées de M. le professeur Kollmann.

D'après M. le professeur Testut, la taille de l'homme de Chancelade aurait été de 1 m. 50 ou 1 m. 51.

Nous pouvons comparer la taille des squelettes de Chamblandes avec celle des autres séries néolithiques[1] :

	Hommes.	Femmes.
Caverne de l'Homme-Mort	1 m. 622	1 m. 493
Grotte sépulcrale de Géménos (Bouches-du-Rhone)	1 m. 656	1 m. 506
Grotte de Rousson (Gard)	1 m. 630	1 m. 473
Grotte d'Orrouy (Oise)	1 m. 628	1 m. 530
Grotte sépulcrale de Courjeonnet (Marne). . . .	1 m. 636	1 m. 475
Crypte sépulcrale de Vichel (Aisne)	1 m. 618	1 m. 505

---

[1] J. Rahon, *Recherches sur les ossements anciens et préhistoriques en vue de la reconstitution de la taille.* « Mém. Soc. anth. », Paris, 2^{e} série. Tome IV.

	Hommes	Femmes
Grotte Saint-Orreri (Sardaigne).	1 m. 676	1 m. 526
Sépultures préhistoriques de l'Ardèche . . .	1 m. 633	1 m. 525
Dolmens de Belgique.	1 m. 590	1 m. 504
Dolmens de Port-Blanc (presqu'île de Quiberon).	1 m. 637	1 m. 486
Dolmens de la Lozère	1 m. 659	—
Dolmens de l'Indre	1 m. 660	1 m. 548
Caveau funéraire dolménique de Crécy-en-Vexin.	1 m. 637	1 m. 546
Dolmen des Vignettes, à Léry (Eure)	1 m. 638	—
Dolmen de Mareuil-les-Meaux	1 m. 639	—
Dolmen de la cave aux Fées à Breuil (Seine-et-Oise)	1 m. 612	1 m. 50
Allée couverte des Mureaux (Seine-et-Oise . .	1 m. 636	1 m. 509
Sépulture dolménique de Bray-sur-Seine . . .	1 m. 600	1 m. 492
Dolmen de Compans (près de Luzarches) . . .	1 m. 605	—
Dolmen de la Croix des Cosaques (Châlons-s.-M.)	1 m. 620	—
Sépulture de Brézé (Maine-et-Loire)	1 m. 627	1 m. 477
Grotte sépulcrale de Feigneux (Oise)	1 m. 599	1 m. 499
Tourbières de la Somme.	1 m. 630	—
Dolmen d'Epône (Seine-et-Oise)	1 m. 606	1 m. 546
Sépulture néolithique de Châlons-sur-Marne . .	1 m. 634	1 m. 535

L'on voit par les chiffres ci-dessus que la taille des populations préhistoriques de Chamblandes est, d'une manière générale, bien inférieure à celle des autres populations néolithiques et surtout à celle des Vaudois actuels [1].

Indice de grosseur des os longs.

M. Manouvrier a institué cet indice [2] pour exprimer la robustesse des os, laquelle est en rapport avec la musculature et les dimensions transversales du corps, aussi le considère-t-il comme pouvant indiquer la *macroskélie* (individus dont le membre inférieur est long relativement à la taille), ou la *microskélie* (individus qui ont le membre inférieur court par rapport à la taille)[1], car ce sont très généralement les individus les plus trapus qui ont les membres courts par rapport au buste.

---

[1] Dr J. Morax, *Statistique médicale du canton de Vaud*, p. 8. Lausanne, 1899. La taille moyenne des jeunes Vaudois de dix-neuf ans est de 1 m. 65 d'après la statistique des visites sanitaires du recrutement militaire faites dans la période de la vie où le maximum de croissance n'est pas encore obtenu.

[2] L. Manouvrier, *Etude des squelettes antiques de Collonges, près Rémigny (Bourgogne).* «Bulletin de la Soc. d'Anthrop. de Paris,» 1895.

D'après les tableaux qui suivent on pourra remarquer que l'indice de grosseur varie peu suivant les os chez le même individu et que, toujours, c'est le tibia qui possède l'indice le plus élevé.

Indices des os longs.

Ordination d'après l'indice céphalique croissant.

<table>
<tr><th></th><th colspan="5">SQUELETTES MASCULINS</th><th></th></tr>
<tr><th>Corps</th><th>Fémurs</th><th>Tibias</th><th>Humérus</th><th>Platycnémie</th><th>Platymérie</th><th>Ind. pilastrique</th></tr>
<tr><td>22</td><td>21,10</td><td>22,07</td><td>—</td><td>50,18</td><td>76,12</td><td>111,77</td></tr>
<tr><td>13</td><td>20,28</td><td>22,72</td><td>—</td><td>61,11</td><td>73,93</td><td>117,69</td></tr>
<tr><td>4</td><td>20.33</td><td>20,79</td><td>19,01</td><td>61,7</td><td>77,28</td><td>109,61</td></tr>
<tr><td>6</td><td>19,71</td><td>21,06</td><td>20,10</td><td>68,18</td><td>76,95</td><td>112</td></tr>
<tr><td>8</td><td>20,27</td><td>22,32</td><td>21,31</td><td>60,27</td><td>59,99</td><td>87,63</td></tr>
<tr><td>24</td><td>20,25</td><td>22,25</td><td>22,30</td><td>67,71</td><td>69,86</td><td>100</td></tr>
<tr><td>11</td><td>19,49</td><td>20,66</td><td>19,43</td><td>64,64</td><td>74,59</td><td>105,69</td></tr>
<tr><td>17</td><td>22,12</td><td>—</td><td>—</td><td>63,33</td><td>79,41</td><td>123</td></tr>
<tr><th></th><th colspan="5">SQUELETTES FÉMININS</th><th></th></tr>
<tr><td>19</td><td>21,20</td><td>22,54</td><td>21,48</td><td>60</td><td>74,65</td><td>100</td></tr>
<tr><td>9</td><td>21,01</td><td>21,87</td><td>19,60</td><td>72,61</td><td>75,95</td><td>104,17</td></tr>
<tr><td>25</td><td>—</td><td>22,50</td><td>21,20</td><td>71,63</td><td>70,62</td><td>118,03</td></tr>
<tr><td>2</td><td>20,67</td><td>20,96</td><td>19,09</td><td>69,59</td><td>78,59</td><td>94,08</td></tr>
<tr><td>12</td><td>18,75</td><td>20,52</td><td>19,09</td><td>64,71</td><td>75,86</td><td>119,20</td></tr>
<tr><td>7</td><td>21,76</td><td>23,66</td><td>21,05</td><td>63.69</td><td>80,09</td><td>114</td></tr>
<tr><td>21</td><td>—</td><td>—</td><td>18,97</td><td>65,08</td><td>70</td><td>97.88</td></tr>
</table>

D'après les chiffres qui précèdent, les individus les plus microskèles de notre série seraient les n^os^ 13, 8 et 24 pour les hommes (taille de 1^{m}595, 1^{m}613 et 1^{m}486) et 7, 19 et 25 pour les femmes (taille de 1^{m}473, 1^{m}460 et 1^{m}356). Les plus macroskèles seraient les hommes n^{os} 11 et 4 (taille de 1^{m}60 et 1^{m}604) et la femme n^{o} 12 (taille de 1^{m}578. Etant donné ces faits, il y aurait peut-être lieu d'élever légèrement la taille des premiers et d'abaisser un peu celle des seconds.

---

[1] L. Manouvrier, *La détermination de la taille d'après les grands os des membres*. « Mémoires de la Société d'Anthr. de Paris, » 2^e^ série. Tome IV, p. 360.

Longueur et proportions des segments des membres.

Le rapport centésimal du radius à l'humérus constitue *l'indice radio-huméral* ou *antibrachial:* celui du tibia au fémur constitue *l'indice tibio-fémoral.* Ces deux indices présentant des variations assez étendues suivant les races, nous pouvons rechercher quelle place occupent, sous ce rapport, les populations préhistoriques de Chamblandes dans la série ethnique. L'indice radio-huméral moyen est de **77,41** pour les hommes et de **76,54** pour les femmes. En le comparant à d'autres moyennes[1] nous obtenons la sériation suivante :

TYPES.	Indice radio-huméral.	
	♂	♀
Européens	72,5	72,4
Néo-Calédoniens	76,0	75,8
Australiens	76,6	—
Américains du Nord	77,4	74,4
Néolithiques de Chamblandes	77,41	76,54
Squelette de Chancelade . .	78,66	—
Nègres	79,0	78,3
Fuégiens	80,6	76,3
Andamans	81,5	79,7

---

[1] Topinard, *Eléments d'anthropologie générale.* Paris, 1885, p. 1043.
R. Martin, *Zur Physischen Anthropologie der Feuerländer.*
Testut, *loc. cit.*, p. 224.

Les néolithiques de Chamblandes viennent donc se placer, sous le rapport de l'indice radio-huméral, immédiatement à côté du squelette quaternaire de Chancelade, entre les Américains du Nord et les Nègres, se tenant à ce point de vue à une distance assez grande des races européennes pour prendre place à côté des races colorées.

Nous voyons, d'autre part, que, comme c'est presque toujours le cas, le radius est un peu plus court par rapport à l'humérus dans la série des femmes.

Le tibia, par contre, est un peu plus long par rapport au fémur dans la série féminine. L'indice tibio-fémoral moyen est de **82,46** pour les hommes et de **82,92** pour les femmes.

Comme l'indice radio-huméral, l'indice tibio-fémoral éloigne un peu les populations néolithiques de Chamblandes des races européennes actuelles pour les rapprocher des races colorées. Nous avons, en effet [1] :

TYPES.	Indice tibio-fémoral.	
	♂	♀
Européens	81,1	80,3
Australiens	82,1	—
Polynésiens.	82,2	—
Néolithiques de Chamblandes .	82,46	82,92
Nègres d'Afrique	82,9	84,4
Fuégiens	83,0	81,5
Tasmaniens	83,6	82,3
Néo-Calédoniens	83,1	84,5

---

[1] Topinard, *Eléments d'Anthropologie*, p. 1045.

Longueur et proportions des segments des membres.

Ordination d'après l'indice céphalique croissant.

SQUELETTES MASCULINS

Corps	Fémurs	Tibias	Indice Tibio-Fémoral	Humérus	Radius	Indice Radio-Huméral
22	410	338	82,19	—	232	
13	415	339	81,69	—	—	—
4	415	356	86,02	306	224	73,24
6	413	334	80,28	291	229	78,69
8	429	354	82,52	305	240	78,69
24	395	319	80,76	278	209	75.17
11	413	346	83,77	283	230	81,27
Moyenn^{e}			**82,46**			**77,41**
			SQUELETTES FÉMININS			
19	382	315	82,46	270	—	—
9	393	336	85,49	280	215	76,78
25	—	280	—	250	—	—
2	389	322	82,77	275	210	76,36
12	423	346	81,79	296	232	78,38
7	386	317	82,12	266	204	76,70
21	—	—	—	290	216	74,48
Moyenn^{e}			**82,92**			**76.54**

Rapports des membres supérieurs et inférieurs à la taille = 100.

Ordination d'après l'indice céphalique croissant.

SQUELETTES MASCULINS

Corps	Taille	Radius + Humerus	Rapport	Tibia + Femur	Rapport
22	1m60	—	—	748	46,75
13	1m595	—	—	754	47,33
4	1m604	530mm	33,04	771	47,76
6	$1^{m}579$	520	32,93	747	47,31
8	1m613	545	33.72	783	48,54
24	$1^{m}486$	487	32,82	714	48,05
11	$1^{m}60$	513	32,06	759	47,44
Moyenne	—	—	**32,91**	—	**47,60**
		SQUELETTES FÉMININS			
19	1m46	—	—	697	47,78
9	$1^{m}515$	495	32,67	729	48,12
2	1m488	485	32,59	711	47,78
12	1m577	528	33,47	779	43,08
7	1m473	470	31,91	703	47,72
21	$1^{m}535$	506	32,96	—	—
Moyenne	—	—	**32,72**	—	**46,90**

Le tableau ci-dessus nous donne le rapport de la longueur totale du membre supérieur (sans la main) et du membre inférieur (sans le pied) à la taille. Les moyennes obtenues ne permettent pas de classer les populations de Chamblandes avec les autres séries ethniques. Nous avons, en effet :

	R. + H.		T. + F.	
	♂	♀	♂	♀
Néolithiques de Chamblandes	32,91	32,72	47,60	46,90
Européens	35	34,1	49,4	49,5
Squelette de Chancelade	35,7	—	—	—
Australiens	35,9	—	50,9	—
Nègres africains	35,5	35,3	51	52,2

Ces indices séparent complètement les populations de Chamblandes des autres séries actuelles auxquelles nous pouvons les comparer. Nous ne connaissons pas de séries préhistoriques où ces indices ont été calculés, mais il est probable que, grâce à la sériation désordonnée à laquelle ils conduisent, nous ne pourrions pas les utiliser pour un classement ethnique rationnel ; il faut attendre pour cela des mensurations plus nombreuses sur de nouvelles séries.

⁂

Si nous comparons, maintenant que nous sommes arrivés au bout de notre tâche, nos squelettes préhistoriques de Chamblandes, pris dans leur ensemble, aux races européennes actuelles, nous voyons qu'ils en diffèrent sensiblement sous beaucoup de rapports et qu'ils nous présentent tantôt des caractères de supériorité, tantôt des caractères d'infériorité :

Les *caractères de supériorité* sont identiques à ceux qu'a signalés M. le D^r^ Testut sur le *squelette quaternaire de Chancelade*, c'est-à-dire que nous les voyons dans la constitution anatomique du crâne dont la capacité est à peu près semblable et quelquefois supérieure à celle des crânes européens actuels, « dans le développement du front dont la courbe, régulière et gracieuse, rappelle nos races les plus civilisées et dénote bien certainement une belle organisation cérébrale[1]. »

Les *caractères d'infériorité* se retrouvent souvent dans le prognathisme facial (corps nos 11 et 12), dans la configuration des molaires croissant de la première à la troisième (corps no 19), dans l'incurvation des humérus et des cubitus, dans la constitution anatomique des fémurs avec la platymérie, le troisième trochanter et la fosse hypotrochantérienne, etc. Nous retrouvons de même ces caractères d'infériorité dans la platycnémie, la rétroversion de la tête des tibias ainsi que dans la présence des facettes astragaliennes.

La majorité des squelettes de Chamblandes se rapprochent, par leurs caractères, de la race de *Cro-Magnon* ou de *Baumes-Chaudes-Cro-Magnon* de M. le professeur Georges Hervé, laquelle paraît être incontestablement la descendante de la race quaternaire et paléolithique de *Laugerie-Chancelade*, dont tous les caractères ont été si remarquablement mis en évidence par la savante monographie que M. le professeur Testut a consacrée à la description du squelette de Chancelade, laquelle « a permis d'établir que, parmi les races aujourd'hui vivantes, celle qui présente avec le Troglodyte de Chancelade le plus d'analogie est celle des Eskimaux. » [2].

Si nous admettons donc, comme tout permet de le faire, à l'heure qu'il est, que la race de Cro-Magnon est bien la descendante de l'ancienne race quaternaire de Laugerie-Chancelade, c'est avec les Eskimaux de l'Est, ceux du Groënland et du Labrador, qu'il faudrait chercher, parmi les races actuelles, celle qui, au point de vue ethnique, se rapproche le plus de la majorité des squelettes préhistoriques de Chamblandes. A cette occasion on me permettra de reproduire ici quelques mots d'un travail que j'ai publié en 1900 dans le Bulletin de la *Société neuchâteloise de Géographie*, travail intitulé *L'Ethnogénie des populations helvétiques* et où je disais, à propos des populations préhistoriques de la Suisse, ce qui suit :

---

[1] Testut, *loc. cit.*, page 240.

[2] Georges Hervé, *La race des Troglodytes magdéleniens*. « Revue de l'Ecole d'Antroph. de Paris. » 1893, page 182.

« Les nombreuses recherches faites en Suisse jusqu'à ce jour par les archéologues et les anthropologistes n'ont pas amené la découverte de restes humains ou de débris d'industrie se rapportant aux premières époques quaternaires, chelléenne, acheuléenne, moustérienne et solutréenne, alors que vivait ailleurs et principalement dans le Nord de la France, en Belgique, en Alsace, en Allemagne du Sud, la première race humaine fossile, connue sous le nom de *race de Neanderthal* (entre Düsseldorf et Elberfeld, Prusse rhénane), improprement désignée quelquefois sous le nom de race de Canstadt, caractérisée par un crâne allongé, aplati (dolicho-platycéphale), au front fuyant, avec des arcades sourcilières proéminentes, formant une véritable visière au-dessus de la face, et par une taille moyenne, plutôt petite, variant, d'après les restes squelettiques très robustes qu'elle nous a laissés, entre 1 m. 53 et 1 m. 61.

» Cette race qui, en somme, n'est que peu connue, malgré les ossements recueillis à Spy en Belgique, à Marcilly-sur-Eure et à Bréchamps (Eure-et-Loire), à Marlanaud (Ariège), à la Naulette en Belgique et à Eguisheim près de Colmar, paraît avoir mené une vie errante, mais la Suisse, à ce moment, était presque complètement recouverte de son manteau de glace, et il est probable que l'homme du Neanderthal, s'il a habité notre pays, n'a fait que le parcourir à la recherche de gibier, ne s'y fixant jamais d'une manière sédentaire. Cette race ne peut donc avoir joué, en tant que facteur ethnique, aucun rôle important dans la formation des populations helvétiques. »[1]

* * *

« C'est seulement à l'époque magdalénienne, vers la fin du paléolithique, c'est-à-dire dans le post-glaciaire complet, que l'on trouve les premières traces de l'homme en Suisse ; les débris de faune et les objets de l'industrie magdalénienne que nous rencontrons dans les stations helvétiques de cette époque sont nombreux et variés et nous permettent de considérer comme démontré que les premiers occupants du sol helvétique étaient les hommes des stations paléolithiques découvertes dans diverses parties de la Suisse : celles en particulier de Veyrier, au pied du Salève, dans la Haute-Savoie, mais à quelques pas de la frontière suisse, du Scé près de Villeneuve, du Moulin de Liesberg, entre Delémont et Laufen, de Belle-Rive, entre Soyhières et Delémont et enfin les deux stations schaffhousoises de Thayngen et du Schweizersbild qui sont, de toutes, les plus importantes. Les nombreux objets trouvés dans ces stations sont des couteaux, scies, aiguilles, harpons, marteaux, en os de renne ou en silex, mais jamais polis ni perforés. Enfin, des dessins intéressants, gravés sur la pierre ou sur des bois de rennes, ainsi que des sculptures, révèlent un certain sentiment artistique chez ces populations disparues.

---

[1] J'ai signalé dans mes *Descriptions des restes humains*, etc., page 45, un crâne provenant de la station lacustre de Corcelettes, comme se rapprochant, par quelques-uns de ses caractères, du type neanderthaloïde ; un autre crâne, absolument intact, qui vient de l'ancien cimetière de Saint-Roch, à Lausanne, présente, lui aussi, plusieurs caractères qui le rattachent à la première race humaine fossile. Ces exemples isolés se rapportant à deux époques très éloignées permettent peut-être de supposer que l'ancienne race de Neanderthal reparaît quelquefois par atavisme en Suisse. Des exemples analogues ont été rencontrés par M. le Dr Collignon, en Lorraine, et par de Quatrefages, dans la Moselle.

A cette époque reculée le climat était arctique, des animaux confinés aujourd'hui dans les régions polaires ou sur les hauteurs glaciales des Alpes habitaient nos plaines : tels, par exemple, le campagnol des neiges, le lièvre variable ou lièvre blanc, le lagopède ou perdrix des neiges, le bouquetin, le chamois, l'isatis ou renard bleu, l'ovibos ou bœuf musqué, l'ours noir, le lemming à collier, des troupeaux de rennes, de chevaux et d'hémiones, poursuivis par les gloutons et les loups, erraient à la surface de la Suisse. L. Rütimeyer a même reconnu, parmi les ossements de la station de Thayngen, le lion, le mammouth, le rhinocéros et l'urus. Dans les vallées, au bord des fleuves, les castors construisaient, vers la fin de la période, leurs demeures et leurs digues.

Bien qu'aucun reste squelettique de ces Troglodytes magdaléniens n'ait été rencontré dans les stations helvétiques, il est probable qu'ils devaient appartenir à la même race que ceux qui ont été découverts en France, et qui, d'après les squelettes de *Laugerie-Basse* et de *Chancelade*, possédaient une taille moyenne de 1 m. 60, un corps large et trapu, une ossature robuste, un crâne fortement dolichocéphale, assez volumineux, à indice céphalique de 72, des crêtes temporales peu divergentes, des os malaires projetés en dehors, indiquant une face large, des orbites mésosèmes, un orifice nasal étroit, à bord inférieur tranchant, une région sous-nasale peu élevée et non prognathe. La mâchoire inférieure présentait un menton très accusé et très proéminent [1].

La provenance de ces dolichocéphales de la fin des temps quaternaires qui constituent la *race de Laugerie-Chancelade* des anthropologistes français est inconnue, mais au point de vue anatomique et ethnographique, ils présentent une très grande analogie de caractères avec les Esquimaux actuels, ceux du Groënland et du Labrador [1] en particulier, et il est fort probable qu'à la fin du paléolithique, la température étant devenue plus douce, une partie des populations magdaléniennes a émigré à la suite du renne, qui formait avec le bœuf et le cheval le produit le plus abondant et le plus régulier des chasses (de Mortillet), vers le Nord-Est européen, vers le Nord-Ouest et les terres arctiques, avant la rupture des communications terrestres avec l'Amérique [2].

---

[1] G. Hervé. *La race des Troglodytes magdaléniens.* « Revue mensuelle de l'Ecole d'Anthropologie de Paris. » 1893, page 180.

Il est cependant permis de supposer, malgré l'absence de documents, que les populations de la race de Laugerie-Chancelade sont en partie restées en Helvétie après le départ du renne et qu'elles ont donné naissance, durant la période néolithique, comme en Gaule, à leur descendance directe, la race de *Baumes-Chaudes-Cro-Magnon*. Cette race n'a pas été jusqu'à présent rencontrée, en Suisse, dans les stations de la pierre polie, mais, pour ma part, bien qu'il ne soit pas possible de se prononcer maintenant d'une manière certaine, je suis assez porté à considérer quelques crânes des stations lacustres du bronze, de l'âge du fer et des temps actuels, classés dans le type de Sion de His et Rütimeyer (type extraordinairement confus, il faut le reconnaître, et qu'il faudrait supprimer de la nomenclature anthropologique de notre pays), comme présentant certains caractères de la race dolichocéphale de *Baumes-Chaudes*, si fréquente en France pendant toute la durée de la période néolithique, et dont les prédécesseurs ont peuplé l'Europe centrale et occidentale peu après la race de Neanderthal, s'ils ne sont pas, toutefois, les descendants modifiés de cette dernière. »

---

[1] A. Schenk. *Note sur deux crânes d'Esquimaux du Labrador.* « Bulletin de Société Neuchâteloise de Géographie. » Tome XI. 1899.

[2] G. Hervé. *L'Ethnogénie des populations françaises.* « Revue mensuelle de l'École d'Anthropologie de Paris. » 1896.

On le voit, les résultats obtenus par les fouilles de Chamblandes lèvent tous les doutes et viennent confirmer mon opinion plus que je n'osais l'espérer, car il est aujourd'hui acquis que les anciennes races paléolithiques ont vécu dans nos contrées à la fin des temps quaternaires et s'y sont succédé, plus ou moins pures, plus ou moins métissées, jusqu'à l'aurore des temps néolithiques.

Conclusions.

Les fouilles des sépultures préhistoriques de Chamblandes ont produit, comme j'ai essayé de le démontrer au cours de cette étude, d'importants résultats au point de vue anthropologique et archéologique ; elles viennent combler, dans une certaine mesure, une des lacunes qui existaient dans les connaissances de l'histoire primitive de notre pays.

Il est, en effet, désormais acquis que des populations de petite taille, et présentant des caractères particuliers, les rattachant aux races humaines paléolithiques, vivaient dans nos contrées, sur les bords du Léman, au commencement de l'époque néolithique et probablement même avant la construction des premières habitations lacustres.

D'une manière générale les résultats obtenus nous permettent de formuler les conclusions suivantes :

1° Les populations préhistoriques de Chamblandes enterraient leurs morts à l'intérieur de sépultures cubiques, dallées et orientées de l'est à l'ouest, en leur donnant toujours une position accroupie caractéristique et en les couchant sur le côté gauche, la tête étant située à l'est. A l'intérieur des sépultures se trouvaient ordinairement deux squelettes de sexe et d'âge différents, accompagnés quelquefois d'un squelette de jeune enfant. Les sépultures ont été utilisées à plusieurs reprises, ainsi que le démontrent souvent les ossements rejetés dans des cavités creusées au-dessous des tombes. La présence de morceaux d'ocre rouge et jaune à l'intérieur des sépultures et jusque dans la main droite des squelettes, la coloration par l'ocre de certaines régions du crâne, ainsi que l'existence de traces de charbon indiquent des cérémonies funéraires compliquées.

2⁰ Le mobilier funéraire représenté par les coups de poing acheuléens du Châtelard sur Lutry, le grattoir en silex de Pierra-Portay, les défenses de sanglier portées comme cuirasse, les colliers ou phalères en coquilles méditerranéennes, les perles en test de coquilles, en jayet ou en corail, l'ocre jaune et l'ocre rouge de Chamblandes permettraient de rapporter ces sépultures au paléolithique s'il n'y avait pas la lame de stéatite polie et perforée de Pierra-Portay et la hache de serpentine polie et perforée de Chamblandes qui font descendre ces tombes à l'âge de la pierre polie. La hache de serpentine étant d'un type très rare chez nous, nous croyons toutefois pouvoir placer les sépultures de Chamblandes, au point de vue chronologique, dans la première moitié de la période néolithique.

3° La présence de grains de collier en jayet, variété de lignite provenant des régions du nord-est de l'Europe, de grains de corail et de coquilles méditerranéennes à l'intérieur des sépultures de Chamblandes, dénote déjà, à cette époque reculée, des relations commerciales fort étendues et fort diverses entre les populations primitives de l'Europe. D'autre part, le corail (*Corallium rubrum*, Lam.) qui était considéré jusqu'ici comme n'étant apparu qu'au premier âge du fer était déjà employé, comme objet de parure, dès les débuts de l'âge néolithique.

4° D'après l'ensemble de leurs caractères anthropologiques, d'une part, les populations de Chamblandes n'appartenaient pas aux palafitteurs, et, d'autre part, d'après M. le professeur F. A. Forel [1], il n'existerait pas les relations nécessaires entre les cimetières à tombes cubiques des environs de Lausanne et les stations lacustres pour attribuer ces derniers aux palafitteurs, aucun palafitte n'ayant été signalé dans le voisinage de ces cimetières.

5° Les populations de Chamblandes étaient de petite taille, cette dernière étant en moyenne de *1m582* pour le sexe masculin et de *1m486* pour le sexe féminin, mais, par contre, les os sont vigoureux et la torsion, le fort développement du V deltoïdien des humérus, l'incurvation antéro-postérieure des cubitus, la platymérie des fémurs, la platycnémie des tibias, etc., dénotent une suractivité musculaire très accentuée.

6° Les crânes sont toujours allongés ou moyennement allongés, l'indice céphalique de la série totale étant dolichocéphale et s'élevant à *74.94*.

7° Au point de vue de la forme générale du crâne il existe trois types principaux :

a) Le type de Cro-Magnon ou de *Baumes-Chaudes-Cro-Magnon*, de M. Georges Hervé, qui est le plus nombreux et doit être considéré vraisemblablement comme le descendant de la race paléolithique magdalénienne de *Laugerie-Chancelade* qui aurait habité la Suisse à l'époque glaciaire (grottes du Scé, à Villeneuve ; du Veyrier, au Salève, etc.) et qui se serait perpétuée chez nous, comme en France, jusqu'au néolithique.

b) Le type de Chamblandes voisin, par le squelette facial surtout, du *type de Grimaldi* de M. le Dr Verneau et qui présente comme lui des caractères négroïdes.

c) Enfin le *type dolichocéphale néolithique d'origine septentrionale* qui est représenté par deux crânes seulement.

---

[1] Communication faite à la Société vaudoise des sciences naturelles dans sa séance du 21 janvier 1903.

Ces trois types ne sont pas toujours très distincts et l'on peut constater quelquefois sur certains crânes une association de caractères qui dénote sûrement un mélange de ces races. Mais, dans la majorité des cas, ils paraissent se rapprocher beaucoup des crânes semblables découverts dans le sud de la France et dans les grottes et cavernes du nord de l'Italie.

Quelle que soit, en définitive, l'origine première de ces races, nous pensons avoir démontré aujourd'hui que les anciennes races préhistoriques de l'Europe occidentale et méridionale ont vécu en Suisse à la fin du paléolithique et aux débuts de la période néolithique et, probablement aussi, avant l'arrivée, chez nous, des premières races brachycéphales d'origine asiatique, qui, elles, ont introduit dans nos contrées la culture des céréales, l'usage de la domestication des animaux et vraisemblablement la construction des palafittes.

Au dernier moment nous recevons l'ouvrage de M. le D^r Jakob Müesch, de Schaffhouse, *Der Dachsenbüel, eine Höhle aus früh-neolitischer Zeit, bei Herblingen, Kanton Schaffhausen*[1], contenant l'étude des squelettes humains de Dachsenbüel, faite par M. le professeur D^r J. Kollmann. M. Kollmann discutant dans ce travail la question de savoir si les squelettes de petite taille de Chamblandes sont des pygmées, nous publierons prochainement une nouvelle étude sur cette question.

Lausanne, le 12 septembre 1903.

---

[1] « Neue Denkschriften der allgemeinen schweizerischen Gesellschaft für die gesammten Naturwissenschaften ». Band XXXIX. Zurich, 1903.

Appendice.

Les mesures prises sur chacun des crânes ou des os, nous ont permis de calculer les indices suivants :

1º Crane. *Indice de largeur* (dit indice céphalique) : Diamètre transversal maximum multiplié par 100 et divisé par le diamètre antéro-postérieur maximum. — *Indice vertical de longueur* (ou indice de hauteur-longueur) : Diamètre vertical multiplié par 100 et divisé par le diamètre transverse maximum. — *Indice vertical de largeur* (ou indice de hauteur-largeur) : Diamètre vertical multiplié par 100 et divisé par le diamètre transverse maximum. — *Indice frontal* (stéphanique de Broca) : Diamètre frontal inférieur, ou minimum, multiplié par 100 et divisé par le diamètre frontal supérieur ou stéphanique (qui est presque toujours le diamètre frontal maximum). — *Indice facial n° 1 :* Ligne ophryo-alvéolaire multipliée par 100 et divisée par le diamètre bi-zygomatique maximum. — *Indice facial n° 2 :* Ligne naso-alvéolaire multipliée par 100 et divisée par le diamètre bi-zygomatique maximum. — *Indice orbitaire :* Diamètre de hauteur multiplié par 100 et divisé par le diamètre transverse. — *Indice nasal :* Diamètre transverse maximum de l'ouverture nasale multiplié par 100 et divisé par la hauteur (de la racine du nez à la base de l'épine nasale). — *Indice occipital :* Diamètre transversal maximum du trou occipital multiplié par 100 et divisé par le diamètre longitudinal. — *Indice palatin :* Diamètre transversal maximum de la voûte palatine multiplié par 100 et divisé par le diamètre longitudinal maximum.

— *Indice du prognathisme* (Flower) : Ligne alvéolo-basilaire multipliée par 100 et divisée par la ligne naso-basilaire.

La *capacité cranienne* a été calculée au moyen du procédé de Broca (plomb de chasse n° 8) toutes les fois que cela a été possible. Lorsque les crânes étaient trop fragiles elle a été établie par le procédé de l'indice cubique, c'est-à-dire en divisant le demi-produit des trois diamètres (antéro-postérieur maximum, transversal maximum et basio-bregmatique) par le nombre ou indice obtenu par M. Manouvrier dans ses recherches sur l'indice cubique du crâne, soit 1,14 pour les hommes et 1,08 pour les femmes, comme représentant le rapport de la capacité réelle au demi-produit des trois diamètres. Le *poids approximatif de l'encéphale* a été calculé en multipliant la capacité du crâne par la fraction 0,87 qui exprime, d'après le même anthropologiste, le rapport du poids de l'encéphale à la capacité cranienne.

2° OMOPLATE. La longueur de l'omoplate a été mesurée de l'extrémité supérieure du bord vertébral à l'extrémité inférieure du même bord ; sa largeur va d'un point (A) situé sur le bord vertébral entre les deux lèvres par lesquelles se termine, sur ce bord, l'épine de l'omoplate, et sur le prolongement de la base ou de la ligne d'insertion de cette épine à un autre point placé au milieu du bord postérieur de la cavité glénoïde. La longueur de la fosse épineuse est déterminée par une ligne allant du point (A) indiqué ci-dessus à l'extrémité inférieure du bord vertébral de l'omoplate. Ces dimensions permettent de calculer les deux indices suivants : 1° *L'indice scapulaire* en multipliant par 100 la largeur de l'omoplate et en la divisant par sa longueur ; 2° *L'indice sous-épineux* en multipliant par 100 la longueur sous-épineuse et en la divisant par la largeur de l'omoplate.

3° HUMÉRUS. *Indice de grosseur :* Circonférence minimum multipliée par 100 et divisée par la longueur totale de l'humérus.

4° Bassin. Les mesures prises sur le bassin sont les suivantes :

1° *Largeur maxima du bassin*, comprise entre les bords externes des crêtes iliaques.

2° *Hauteur maxima du bassin*, mesurée en plaçant une branche du compas sous les tubérosités ischiatiques et l'autre branche sur le sommet des crêtes iliaques.

3° *Largeur biiliaque*, les pointes du compas étant placées sur le milieu des deux épines iliaques antérieures et supérieures.

4° *Largeur biiliaque inférieure*, comprise entre les épines iliaques inférieures et antérieures.

5° *Largeur sous-cotyloïdienne*, mesurée en plaçant les branches du compas glissière dans les gouttières situées au-dessous de la cavité cotyloïde.

Les dimensions du détroit supérieur :

6° *Diamètre sacro-pubien*, de l'angle sacro-vertébral à l'extrémité supérieure interne de la symphyse pubienne.

7° *Diamètre sacro-sous-pubien*, de l'angle sacro-vertébral à l'extrémité inférieure interne de la symphyse.

8° *Diamètre transverse maximum* du détroit.

9° *Diamètre oblique du détroit*, de la symphyse sacro-iliaque au bord interne de la crête iléo-pectinée du côté opposé.

Les dimensions du détroit inférieur :

10° *Diamètre sacro-pubien inférieur*, de l'extrémité antérieure et inférieure de la 5me vertèbre sacrée à l'extrémité inférieure et interne de la symphyse pubienne.

11° *Largeur biischiatique*, entre les bords internes des tubérosités ischiatiques, en arrière.

12° *Largeur maxima du sacrum.*

13° *Hauteur de la face antérieure ou pelvienne du sacrum*, de l'angle sacro-vertébral au milieu du bord antérieur et inférieur de la 5me vertèbre sacrée (en projection).

14° *Flèche* de l'arc formé par la concavité du sacrum (maxima au niveau de la 3me vertèbre sacrée).

15° *Hauteur articulaire de la symphyse pubienne.*

Ces mensurations nous ont donné les rapports suivants :

A. *Indice général du bassin* ou *indice pelvien*, c'est-à-dire rapport centésimal de la hauteur du bassin à son diamètre transversal maximum.

B. *Rapport de la hauteur maxima à la largeur maxima* = 100.

C. *Rapport de la largeur sous-cotyloïdienne à la largeur maxima* = 100.

D. *Indice du détroit supérieur*, c'est-à-dire rapport centésimal du diamètre antéro-postérieur du détroit supérieur à son diamètre transversal maximum.

E. *Rapport de la flèche à la hauteur du sacrum* = 100.

5° Fémur. *Indice de grosseur :* Circonférence minimum multipliée par 100 et divisée par la longueur totale en position. — *Indice de platymérie :* Diamètre antéro-postérieur sous-trochantérien multiplié par 100 et divisé par le diamètre transverse sous-trochantérien. — *Indice pilastrique :* Diamètre antéro-postérieur (région moyenne) multiplié par 100 et divisé par le diamètre transverse.

6° Tibia. *Indice de platycnémie :* Diamètre transverse (région du trou nourricier) multiplié par 100 et divisé par le diamètre antéro-postérieur.

7° Calcanéum. Les longueurs suivantes ont été prises : 1° *Longueur totale du calcanéum* depuis les rugosités qui donnent insertion au tendon d'Achille jusqu'au milieu du bord supérieur de la facette articulaire antérieure articulée avec le cuboïde. 2° *Longueur du talon*, mesurée depuis les rugosités qui donnent insertion au tendon d'Achille jusqu'au fond de l'angle formé par les deux facettes articulées avec l'astragale. 3° *Longueur ou épaisseur du calcanéum.*

8° ASTRAGALE. 1° *Longueur totale* depuis le bord inférieur de la gouttière du long fléchisseur du gros orteil jusqu'au point le plus proéminent de la tête de l'astragale. 2° *Longueur de la poulie astragalienne* ou surface articulaire supérieure à sa partie moyenne. 3° *Largeur de cette même surface* au milieu de sa longueur.

INDICE CLAVICULO-HUMÉRAL. Longueur totale de la clavicule multipliée par 100 et divisée par la longueur totale de l'humérus.

INDICE RADIO-HUMÉRAL OU ANTI-BRACHIAL. Longueur totale du radius multipliée par 100 et divisée par la longueur totale de l'humérus.

INDICE TIBIO-FÉMORAL. Longueur totale du tibia multipliée par 100 et divisée par la longueur totale du fémur.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

Bernard. — *Sur une caverne découverte à Cravanches-Belfort.* Bull. Soc. Anthrop. Paris. 1877, page 251.

Bischoff, Th.-L.-W. — *Schädelumfang und Gehirngewicht.* Sitzb. Münchener Akad. Math. Phys. Klasse. 1864.

Broca, Paul. — *Crâne de Cravanches-Belfort.* Bull. Soc. Anthrop. Paris. 1877, p. 257.

Carrière, G. — *Matériaux pour la Paléoethnologie des Cévennes.* Supplément au Bull. de la Soc. d'études des sciences natur. de Nîmes. 1893.

E. Cartailhac. — *La France préhistorique.* Paris. 1896.

de Chateaubriand. — *Génie du christianisme. Idées sur une autre vie,* chapitre IV, Paris. 1802.

Charpy, A. — *Le col du fémur.* Bull. Soc. Anthrop. Lyon. 1884.

Collignon, Dr. — *Description des restes humains de Bollwiller.* Revue d'Anthropologie, 1880.

Castelfranco. — *Age de la pierre en Italie.* Revue d'Anthropologie. Paris. 1889.

Deniker, J. — *Les races et les peuples de la terre.* Paris. 1900.

Dictionnaire des sciences anthropologiques. Paris. 1887.

Feuille du Canton de Vaud. Tome XIII.

Fraissont, J. — *Le tibia dans la race de Neanderthal.* Revue d'Anthropologie. Paris. 1888.

Gaillard, F. — *Le cimetière celtique de l'île Thinic à Portivy en Saint-Pierre-Quiberon.* Bulletins de la Société d'Anthropologie de Paris. 1884.

Gross, V., Dr. — *Les Protohelvètes.* Paris. 1883.

Hamy, E.-T. — *Sur les ossements humains trouvés dans le tumulus de Genay* (Côte-d'Or). Bull. Soc. d'Anthrop. Paris. 1869.

Heierli, J. — *Urgeschichte der Schweiz.* Zurich. 1901.

Hervé, G. — *Le squelette humain de Brünn.* Revue de l'Ecole d'Anthropologie. Paris. 1893.

— *Distribution en France de la race néolithique de Baumes-Chaudes-Cro-Magnon.* Revue de l'Ecole d'Anthropologie. Paris. 1894.

HERVÉ, G. — *La race des Troglodytes magdaléniens.* Revue de l'Ecole d'Anthropologie. Paris. 1893.

— *Les populations lacustres.* Revue de l'Ecole d'Anthropologie. Paris. 1895.

HOUZÉ, Dr. — *Sur la présence du troisième trochanter chez l'homme.* Bull. Soc. d'Anthrop Bruxelles. 1884.

HOVELACQUE ET HERVÉ. — *Précis d'Anthropologie.* Paris. 1887.

HUMPHRY. — *Traité du squelette humain.* 1859. Journal of Anatomy, etc. Vol. XXIII. 1889.

KOEHL, Dr. — *Neue præhistorische Græberfelder.* Correspondenzblatt der deutschen Anthrop. Gesellsch. 1898.

KOLLMANN, J. — *Der Mensch vom Schweizerbild.* Separat-Abzug aus den Denkschriften der Schweiz. Naturforschenden Gesellschaft. Band XXXV.

KUHFF. — *Notes sur quelques fémurs préhistoriques.* Revue d'Anthropologie. Paris. 1875.

— *De la platycnémie dans les races humaines.* Revue d'Anthropologie. Paris. 1881.

LINDENSCHMIDT. — *Cimetière de l'âge de la pierre polie à Monsheim, près Worms.* Matériaux pour l'histoire naturelle et primitive de l'homme. Vol. V.

MANOUVRIER, L. — *Mémoire sur la détermination de la taille d'après les grands os des membres.* Mémoires de la Soc. d'Anthrop. Paris. 1892.

— *Sur l'interprétation de la quantité dans l'encéphale et dans le cerveau en particulier.* Mémoires de la Soc. d'Anthrop. de Paris. Tome III, 2e série.

— *Sur l'indice cubique du crâne.* Association française pour l'avancement des sciences. 1880.

Etude des crânes et ossements humains recueillis dans la sépulture néolithique dite La-Cave-aux-Fées, à Breuil (Seine-et-Oise). Mémoires de la Société des sciences naturelles et archéologiques de la Creuse. 2e série, t. III. 1894.

— *Etude des ossements et crânes humains de la sépulture néolithique de Châlons-sur-Marne.* Revue de l'Ecole d'Anthrop. Paris. 1896.

— *Le dolmen de la Justice d'Epône (Seine-et-Oise).* Bull. Soc. d'Anthrop. Paris. 1895.

— *La Platymérie.* Congrès international d'Anthrop. et d'Archéol. préhistoriques. Paris. 1889.

— *Sur les variations morphologiques du corps du fémur.* Bull. Soc. d'Anthrop. Paris. 1893.

Manouvrier, L. — *Etude de la rétroversion de la tête du tibia et l'attitude humaine à l'époque quaternaire.* Mémoires Soc. d'Anthrop. Paris. 1890.

— *Mémoire sur la Platycnémie chez l'homme et chez les Anthropoïdes.* Mémoires de la Soc. d'Anthrop. Paris. 2e série, tome III.

— *Etude des squelettes antiques de Collonges, près Rémigny (Bourgogne).* Bull. Soc. d'Antropologie. Paris. 1895.

Marcel, Dr. — *Tombes caveaux de l'âge de la pierre. Cinq squeletles réunis.* Anzeiger für Schweizerische Alterthumskunde. Vol. IV. 1880-1883.

Martin, R., Dr. — *Zur physischen Anthropologie der Feuerländer.* Braunschweig. 1893.

Mehlis, Dr. — *Das neolithische Grabfeld von Flomborn in Rheinessen und die Hockerfrage.* International Centralblatt für Anthrop. 1902.

Mohyliansky, N. — *Etude sur les ossements humains de la grotte sépulcrale de Livry-sur-Vesle (Marne).* Revue de l'Ecole d'Anthrop. Paris. 1897.

Morel-Fatio. — *Les sépultures de Chamblandes.* Anzeiger für schweizerische Alterthumskunde. 1880 et 1882.

de Mortillet, G. — *Le Préhistorique.* Paris. 1885.

— *Musée Préhistorique.* Paris.

Morax, J., Dr. — *Statistique médicale du Canton de Vaud.* Lausanne. 1899.

Næf, A. — *La nécropole néolithique de Chamblandes.* L'Anthropologie. 1901.

Nelson, Edouard-William. — *The Eskimo about bering strait.* [Eighteenth annual report of the Bureau of American Ethnology. 1896-97. Washington. 1899.

Nuesch, J., Dr. — *Das Schweizersbild.* Zurich. 1896.

Pittard, Eugène. — *Recherches d'anatomie comparative sur diverses séries de crânes anciens de la vallée du Rhône* (Valais). Genève. 1899.

de Quatrefages et Hamy. — *Crania ethnica. Les crânes des races humaines.* Paris. 1882.

Rahon, J. — *Recherches sur les ossements anciens et préhistoriques en vue de la reconstitution de la taille.* Mémoires Soc. Anthrop. Paris. 2e série, tome IV.

Rodet. — *Des moyens propres à distinguer les différentes espèces de fractures du col du fémur.* Paris. 1844.

Schenk, A. — *Description des restes humains provenant de sépultures néolithiques des environs de Lausanne.* Bull. Soc. vaud. sc. nat. 1898.

— *Notes sur deux crânes d'Eskimaux du Labrador.* Bull. Soc. neuchâteloise de géographie. 1898.

Schenk, A. — *Etude préliminaire sur la craniologie vaudoise.* Bull. Soc. vaud. sc. nat. 1899.

Studer, Th. et Bannwarth. — *Crania helvetica antiqua.* Leipzig. 1894.

Testut, Dr. — *Le squelette quaternaire de Chancelade.* Bull. Soc. Anthrop. Lyon. 1889.

Troyon, F. — *Monuments de l'antiquité dans l'Europe barbare.* Mémoires et documents publiés par la Société d'histoire de la Suisse romande. Lausanne. Tome XXV.

Troyon, F. — *Habitations lacustres des temps anciens et modernes.* Lausanne. 1860.

— *Description des tombeaux de Bel-Air.* Lausanne. 1841.

Thomson, Arthur. — *On the osteology of the Veddahs of Ceylon.* Journal of the Anthrop. Institute. T. XIX, p. 134.

Ten Kate, H.-F.-C. — *Anthropologie des anciens habitants de la région Calchaquie.* Anales del Museo de La Plata. Seccion Anthropologica. I. 1896.

Topinard, Paul. — *Eléments d'Anthropologie générale.* Paris. 1885.

— *L'homme dans la nature.* Paris. 1891.

von Török, A. — *Ueber den Trochanter tertius.* Anatom. Anzeiger. I.

Waldeyer. — *Der Trochanter tertius des Menschen nebst Bemerkungen zur Anatomie des os Femoris.* Archiv für Anthropologie. 1880.

Welcker. — *Untersuchungen über Wachsthum und Bau des Menschlichen Schädels.* Leipzig. 1862.

Verneau, Dr. — *L'allée couverte des Mureaux.* L'Anthropologie. 1890

— *Sépulture néolithique de l'Anjou.* Bull. Soc. Anthropologie. Paris. 1877.

— *Les fouilles du prince de Monaco aux Baoussé-Roussé. Un nouveau type humain.* L'Anthropologie. 1902.

Zaborowski. — *Du Dniestre à la Caspienne. Esquisse paléœthnologique.* Bull. Soc. Anthrop. Paris. 1895.

— *La souche blonde en Europe.* Bull. Soc. Anthrop. Paris. 1898.

— *Crânes anciens et modernes de la Russie méridionale et du Caucase.* Bull. Soc. Anthrop. Paris. 1901.

— *Origine des populations anciennes et actuelles de la Russie méridionale et du Caucase.* Revue scientifique. 1901.

L'ORIGINE ET LE SORT
DES
DÉRIVÉS AROMATIQUES DANS L'ORGANISME

ÉTUDE DE CHIMIE PHYSIOLOGIQUE

PAR

le **Dr J. AMANN,**
Expert chimiste-bactériologue.

Le problème fondamental qui domine aujourd'hui toute la chimie physiologique, est celui de la constitution des albuminoïdes. Grâce aux travaux classiques modernes de Schützenberg, E. Fischer, Schulze, Miescher, Schmiedeberg, Kossel, Baumann, Salkowski, Nencki et de leurs disciples, nous pouvons, aujourd'hui, poursuivre, dans ses principales phases, la décomposition de l'énorme molécule de l'albumine en groupements de plus en plus simples et de poids moléculaire de plus en plus faible.

Tout ce que nous savons de cette décomposition, nous indique que la molécule d'albumine renferme, dans la plupart des cas, un ou plusieurs noyaux benzèniques préformés, probablement hydroxylés.

On peut, en effet, se représenter, avec Kossel, que la majorité des albuminoïdes résultent de la combinaison des noyaux protaminiques, d'une part avec les amidoacides[1] de la série aliphatique, d'autre part avec les complexes atomiques, également amidés, de la série aromatique.

---

[1] Pour ne pas rompre avec la nomenclature usitée dans la plupart des ouvrages généraux, j'emploie, dans ce travail, le terme *amide* au lieu de celui d'*amine* pour le groupement —NH_2, tandis que, d'après les règles de la nomenclature la plus récente, la désignation d'*amide* devrait être réservée au groupe $CO . NH_2$.

Il m'a paru intéressant de suivre le noyau aromatique dans toute la série des produits qui prennent naissance, soit par la scission expérimentale *in vitro* de l'albumine, soit par sa décomposition dans l'organisme, et d'étudier les mutations et les transformations des dérivés aromatiques jusqu'aux formes sous lesquelles ils sont finalement éliminés.

Cette étude présente un intérêt tout spécial, non seulement pour le chimiste-physiologiste, mais aussi pour le médecin, grâce aux rapports multiples qui existent entre ces combinaisons aromatiques et la question, d'ailleurs très complexe, de l'auto-intoxication.

I

On sait que, par l'hydrolyse des albuminoïdes, au moyen des acides minéraux, on obtient quatre séries de corps nettement définis et cristallisables.

1° Les *bases hexoniques : l'histidine* $C_6H_9N_3O_2$, *l'arginine* $C_6H_{14}N_4O_2$, la *lysine* $C_6H_{14}N_2O_2$, découvertes par Miescher et étudiées surtout par Kossel. Ce sont certainement des dérivés amidés de la série aliphatique : l'*arginine*, par exemple, pouvant être considérée comme un *acide guanidineamidovalérianique* et la *lysine* comme l'*acide diamidocaproïque*, tandis que l'*histidine*, d'après les recherches toutes récentes de Fraenkel, correspond à *l'acide amidométhyldihydropyrimidinecarbonique.*

A ces bases, il faut ajouter encore l'*ammoniaque.*

2° Les *acides amidés : a)* de la série grasse : *glycocol, alanine, leucine, acides amido* et *diamidovalerianiques, aspartique* et *glutaminique.*

b) de la série aromatique : *phénylalanine, tyrosine,* et *acide α pyrrolidinecarbonique.*

3° Des *acides oxyamidés : sérine, acide amidoéthylènelactique* et *acide oxypyrrolidinecarbonique.*

4° La *cystéine (acide α amidothiolactique).*

Le noyau benzènique de la molécule d'albumine se retrouve, dans ce cas, presque entièrement sous la forme de *tyrosine (acide paraoxyphényl α amidopropionique)* $OH.C_6H_4 - CH_2 - CH.NH_2 - CO\,OH$; accompagnée de *phénylalanine (acide phénylamidopropionique)* $C_6H_5 - CH_2 - CH.NH_2 - CO\,OH$ et du *tryptophane*. que les travaux récents de **Hopkins** et **Cole** ont démontré être l'*acide scatolamidoacétique* $C_6H_4 - NH - C.CH_3 = C - CH(NH_2)COOH$.

Lorsque la décomposition de l'albumine se fait, non plus par les acides, mais par les alcalis caustiques (KOH fondu, par exemple), la décomposition va plus loin et est accompagnée de réactions secondaires, de telle sorte qu'au lieu de s'arrêter aux corps amidés, ceux-ci sont attaqués à leur tour, et que, dans ce cas, le noyau benzènique de l'albumine se retrouve dans un nombre assez considérable d'autres dérivés, tels que :

1° Les radicaux *phénols : phénol* $C_6H_5.OH$ et *ortho, méta* et *para-crésols* $C_6H_4.CH_3.OH$, l'*indol* $C_6H_4 - CH = CH - NH$ et le *scatol* $C_6H_4 - CH = C.CH_3 - NH$.

2° Les *acides phénylacétique* $C_6H_5 - CH_2 - CO\,OH$, *phénylpropionique* $C_6H_5 - CH_2 - CH_2 - CO\,OH$ et *scatolacétique* $C_6H_4 - CH = C.CH_3 - NH - CH_2 - CO\,OH$.

3° Les *oxyacides aromatiques : paraoxyphénylacétique* (isomère de l'*acide amygdalique*) $OH.C_6H_4 - CH_2 - CO\,OH$, et *paraoxyphénylpropionique (acide hydroparacumarique)* $OH.C_6H_4 - CH_2 - CH_2 - CO\,OH$, *paraoxyphénylglycolique (acide oxyamygdalique)* $OH.C_6H_4 - CH\,OH - CO\,OH$ et *paraoxyphényllactique (oxyhydroparacumarique)* $OH.C_6H_4 - CH_2 - CH\,OH - CO\,OH$.

II

Où la chose devient tout particulièrement intéressante pour le physiologiste, c'est que ces deux modes de décomposition de l'albumine se retrouvent réalisés assez exactement dans l'organisme.

Tandis que la digestion trypsique des albuminoïdes aboutit, comme l'hydrolyse au moyen des acides, aux peptones, puis aux bases hexoniques, à l'ammoniaque, aux amidoacides des séries aliphatique et cyclique, l'intervention des bactéries détermine, par la putréfaction, la formation de tous les corps spéciaux que nous avons vus se former par l'action des alcalis caustiques fondus.

Cette différence dans les modes de décomposition de l'albumine, offre une importance très notable au point de vue physiologique.

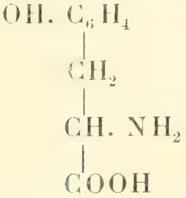
En effet, le sort ultérieur des composés aromatiques, résultant de la protéolyse, paraît dépendre directement de leur constitution.

Nous avons vu que la digestion trypsique idéale, sans l'intervention de bactéries, aboutit principalement à la *tyrosine* à la *phénylalanine* et au *tryptophane*, comme corps aromatiques. Or, il résulte des expériences de Schotten, de Baumann et d'autres, que, seuls les dérivés aromatiques qui possèdent une structure analogue à celle de l'*acide phényl α amidopropionique*, où le noyau benzènique est uni à une chaîne latérale avec trois atomes de carbone, dont le moyen fixe le groupe NH_2, peuvent être complètement brûlés dans l'organisme et transformés en urée, acide carbonique et eau, comme les amidoacides de la série grasse : *glycocol, asparagine, leucine,* etc.

Le noyau benzènique paraît présenter, dans ce cas particulier, une vulnérabilité toute spéciale, tandis qu'il offre, au contraire, une résistance très considérable à la rupture, dans tous les dérivés aromatiques de structure différente.

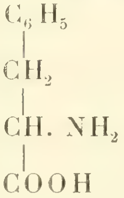
Nous voyons, en effet, que les transformations que subissent ces dérivés, par leur passage dans l'organisme, sont représentées, ou bien par des combinaisons avec d'autres corps, ou bien par des oxydations qui portent, soit sur le noyau benzènique lui-même, soit sur la chaîne latérale, mais qui n'altèrent pas l'intégrité de ce noyau.

C'est ainsi que, tandis que la *tyrosine* et la *phénylalanine*



$$\begin{array}{l} \mathrm{OH.\,C_6H_4} \\ \quad | \\ \quad \mathrm{CH_2} \\ \quad | \\ \quad \mathrm{CH.\,NH_2} \\ \quad | \\ \quad \mathrm{COOH} \end{array}$$

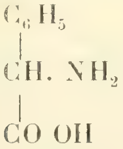
Tyrosine (ac. oxyphénylamidopropionique).



$$\begin{array}{l} \mathrm{C_6H_5} \\ | \\ \mathrm{CH_2} \\ | \\ \mathrm{CH.\,NH_2} \\ | \\ \mathrm{COOH} \end{array}$$

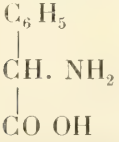
Phénylalanine (ac. phénylamidopropionique).

peuvent être brûlées et complètement utilisées par l'organisme, comme source d'énergie, ce n'est pas le cas pour leurs proches parents, les *acides phénylamidoacétique* et *phénylpropionique* qui ne sont pas brûlés, mais transformés, par oxydation, le premier en *acide phénylglycolique (amygdalique),* le second en *acide benzoïque.*



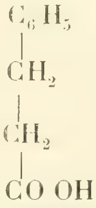
$$\begin{array}{l} \mathrm{C_6H_5} \\ | \\ \mathrm{CH.\,NH_2} \\ | \\ \mathrm{CO\,OH} \end{array}$$

Ac. phénylamidoacétique.



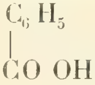
$$\begin{array}{l} \mathrm{C_6H_5} \\ | \\ \mathrm{CH.\,NH_2} \\ | \\ \mathrm{CO\,OH} \end{array}$$

Ac. phénylglycolique.



$$\begin{array}{l} \mathrm{C_6H_5} \\ | \\ \mathrm{CH_2} \\ | \\ \mathrm{CH_2} \\ | \\ \mathrm{CO\,OH} \end{array}$$

Ac. phénylpropionique.



$$\begin{array}{l} \mathrm{C_6H_5} \\ | \\ \mathrm{CO\,OH} \end{array}$$

Ac. benzoïque.

Nous verrons d'ailleurs que les dérivés aromatiques spéciaux : *phénols*, *indol*, *scatol* et *oxyacides*, qui prennent naissance par l'action protéolytique des bactéries, ne peuvent pas non plus être brûlés en urée, acide carbonique et eau par l'organisme.

III

L'intervention des bactéries dans la digestion intestinale doit donc être considérée comme entraînant un déficit dans l'utilisation des protéides ; mais ce déficit n'est pas le seul ni le principal inconvénient de cette intervention.

En effet, les dérivés aromatiques que nous avons indiqués, sont déjà capables par eux-mêmes, pour la plupart, d'exercer une action nocive sur l'organisme ; puis et surtout, il se forme, dans l'intestin, par le processus vital des bactéries, un certain nombre d'autres produits qui présentent des propriétés toxiques plus accusées : telles les ptomaïnes toxiques ou *toxines*, et les *toxalbumines*, dont la nature et la toxicité varient suivant les espèces et les associations bactériennes qui sont en jeu dans leur formation [1].

L'intervention des micro-organismes dans le processus de la digestion intestinale doit donc, à ce point de vue spécial, être considérée comme défavorable. Est-ce à dire que l'opinion de PASTEUR, qui estimait cette intervention microbienne normale et nécessaire, était erronée ? Les expériences classiques de NUTTALL et THIERFELDER, qui ont réussi à nourrir, pendant un certain temps, au moyen d'aliments stérilisés, des animaux (lapins), retirés, par l'opération césarienne, de l'utérus de la mère, dans des conditions parfaites d'asepsie, ont prouvé que la digestion et l'assimilation étaient possibles sans l'intervention des microbes.

---

[1] Un exemple de la diversité des produits de la décomposition putride des mêmes corps, suivant les conditions dans lesquelles cette décomposition se fait, nous est fourni par la *tyrosine*. Par la putréfaction de cette substance en présence du suc pancréatique à l'air libre, il se forme surtout de l'acide *hydroparacumarique* (SALKOWSKI), tandis que, par l'action des bactéries des eaux de cloaques, lorsque l'accès de l'air est empêché, on obtient du *paracrésol* (WEYL). D'autre part, la *tyrosine* est décomposée, par une infusion putride de viande, en *acide hydrocinnamique* (SALKOWSKI). BLENDERMANN a vu que le passage par l'intestin du lapin transformait la *tyrosine* en *phénols, acide hydroparacumarique* et *paraoxyphénylacétique,* qui se retrouvent dans l'urine, et que, dans le cas d'un fort excès de *tyrosine,* il se formait, en outre, de l'*hydantoïne de la tyrosine,* en même temps que de l'*acide oxyhydroparacumarique.*

Mais SCHOTTELIUS, qui a repris ces expériences, a vu que les animaux chez lesquels la digestion s'accomplit sans que les bactéries interviennent, restent faibles et petits et meurent bientôt. Cette intervention microbienne dans la digestion doit donc être considérée comme utile et nécessaire : les vues géniales de PASTEUR trouvent, ici aussi, une confirmation éclatante.

L'état idéal de l'asepsie parfaite de l'intestin n'est réalisé du reste que très exceptionnellement.

SENATOR a démontré que, chez l'enfant nouveau-né, nourri au sein, l'intestin reste stérile pendant les premiers jours qui suivent la naissance. Mais, chez l'homme comme chez les autres mammifères, l'intervention des microbes dans la digestion intestinale doit être considérée comme représentant la règle.

Il est certain, du reste, que l'organisme a dû s'adapter, dans une certaine mesure, à cet état de choses et que la présence constante des micro-organismes dans l'intestin, représente un de ces cas d'association symbiotique que l'on apprend de plus en plus à connaître et à comprendre, où les deux associés retirent, de la vie en commun, certains avantages et certains bénéfices, en échange des inconvénients inévitables.

La formation, par les bactéries de l'intestin, d'entérokinases (DÉLÉZENNE), susceptibles, par leur action sur le trypsinogène, de rendre actif le suc pancréatique, est déjà l'un de ces bénéfices.

Mais, en outre des variations qualitatives des produits toxiques d'origine microbienne, il importe de considérer aussi, toutes choses égales d'ailleurs, leurs variations quantitatives.

En effet, l'adaptation de l'organisme à ces produits, ne comporte qu'une tolérance limitée. Il importe donc, au point de vue physiologique, que les fermentations et les putréfactions intestinales soient, sinon supprimées, du moins maintenues dans des limites qu'elles ne peuvent dépasser sans inconvénients pour la santé.

Nous trouvons, à cet effet, réalisés dans le tube digestif et ses annexes, un certain nombre de procès régulateurs, destinés à enrayer l'action putréfactive des bactéries. Dans l'estomac, ainsi que dans la partie supérieure de l'intestin grêle, l'agent antiseptique est représenté, à l'état normal, par l'acide chlorhydrique, soit libre, soit à l'état de combinaison acide. Plus bas, dans la partie inférieure de l'intestin grêle, nous trouvons bientôt d'autres conditions et un développement assez considérable de bactéries, à mesure que, par suite de l'afflux du suc pancréatique et de la bile, la réaction devient de plus en plus alcaline.

Mais, à ce niveau, les fermentations produites par les micro-organismes, ont un caractère spécial, en ce qu'elles semblent intéresser presque exclusivement les hydrates de carbone, tandis que les albuminoïdes sont peu ou pas modifiés. La présence de l'hydrogène naissant et des acides gras, provenant de la fermentation des hydrates de carbone, semble empêcher, à l'état normal, le développement des microbes de la putréfaction.

Sieber et Macfadyen, qui ont eu l'occasion d'examiner, dans un cas d'anus artificiel, d'une façon régulière et prolongée, le contenu de l'intestin grêle, après que ce contenu avait subi l'action de la muqueuse de cette partie de l'intestin dans toute sa longueur, ont démontré l'absence, à ce niveau, de la putréfaction des albuminoïdes et la présence des seuls produits de la fermentation des hydrates de carbone : alcool éthylique et acides de la série grasse. Kutscher et Seemann, de leur côté, ont constaté de même l'absence des albumoses et des peptones et la présence de *lysine* et de *tyrosine* en faible quantité dans l'intestin grêle ; résultats confirmés par les travaux ultérieurs de Jakowsky.

Les groupes aromatiques spéciaux : *phénols*, *indol* et *scatol*, paraissent ne prendre naissance que dans le gros intestin. Il convient cependant de remarquer ici que les composés aromatiques qui se trouvent préformés dans les aliments d'origine végétale, tels que les *acides benzoïque* et *salicylique*, l'*hydroquinone* et la *pyrocatéchine*, sont mis en liberté par la fermentation de ces aliments dans l'intestin grêle déjà.

C'est à partir de la valvule de Bauhin, alors que la réaction devient de plus en plus alcaline, par suite de la mise en liberté des composés fortement basiques qui résultent de la digestion pancréatique des albuminoïdes, que nous voyons les composés aromatiques se former, d'abord la *tyrosine* et la *phénylalanine*, comme produits normaux de cette digestion, puis, grâce à l'intervention microbienne, les produits ultérieurs spéciaux, qui méritent, en quelque sorte, la qualification d'anormaux : *phénols*, *indol*, *scatol*, *acides* et *oxyacides aromatiques*.

Mais, ici aussi, interviennent des facteurs effectifs de modération de ce processus putréfactif.

Tout d'abord, il importe de remarquer avec Duclaux qu'un certain nombre des produits de cette putréfaction présentent euxmêmes une action antiseptique prononcée : c'est le cas pour les *phénols*, et peut-être pour les *oxyacides*. D'autre part, l'hydrogène naissant, provenant surtout de la décomposition des hydrates de carbone par les anérobes, exerce de même une action antibactérielle non douteuse. Les expériences de Hirschler, Poehl et d'autres ont, en effet, démontré que l'ingestion, en forte quantité, d'hydrates de carbone appropriés amenait régulièrement une diminution du processus putréfactif intestinal [1].

---

[1] Quant à l'action antiputride que l'on a attribuée à la *bile*, il faut remarquer, avec Voit et Roehrmann, que seuls les acides biliaires à l'état libre ont des propriétés antiseptiques, tandis que leurs sels alcalins et alcalino-terreux en sont dépourvus. Or ces acides ne peuvent se trouver à l'état libre dans le milieu, fortement alcalin du gros intestin.

Un autre moment, d'une importance considérable pour la régularisation de ce processus, est la résorption des liquides par la muqueuse intestinale. Nous voyons, en effet, cette putréfaction augmenter considérablement chaque fois que la résorption est troublée et que des masses liquides s'accumulent dans l'intestin (Hammarsten).

Il est très probable, du reste, que l'organisme, à l'état de santé, dispose d'autres moyens qui nous sont encore inconnus, pour réduire à des proportions convenables cette intervention des microbes dans la digestion.

IV

Quant au mode intime de formation des corps aromatiques par la putréfaction de l'albumine, il ne nous est pas encore connu et nous en sommes réduits, sur ce point, à des hypothèses. On peut admettre, avec Ducceschi, que le noyau aromatique de l'albumine est représenté par la *phénylalanine*, ou bien avec Nencki, que la molécule d'albumine renferme deux ou trois groupes aromatiques préformés, représentés par les *acides phénylamidopropionique*, *indol* et *scatolamidoacéique*. Selon Nencki les amidoacides. Pour Salkowski, l'*indol* et le *scatol* pren- drogène naissant, mis en liberté par les anérobes, sur et Bovet, les oxyacides résulteraient de l'action de l'hy- nent naissance par l'action des micro-organismes sur un même noyau préformé dans l'albumine, et il y a formation prépondérante de l'un ou de l'autre de ces radicaux, suivant la prévalence de certains micro-organismes.

Bachmann, de son côté, a constaté que, par la putréfaction de la viande, ce sont les *oxyacides* qui apparaissent en premier lieu, puis l'*indol*, le *scatol* et enfin, en dernier lieu, les *phénols*. Bienstock a vu que la décomposition de la fibrine par le *Bacillus putrificus*, anérobe, produisait de l'*hydrogène sulfuré*, des *peptones*, de la *leucine*, de la *tyrosine*, des *acides gras*, des corps amidés et de l'*acide paraoxyphénylpropionique*.

Il convient de citer encore, à ce sujet, les expériences de GANS sur le rapport entre la putréfaction intestinale et les bactéries introduites dans l'intestin[1].

Avec BAUMANN, nous pouvons nous représenter que la *tyrosine* est décomposée, par la putréfaction, d'après le schéma suivant, qui comporte des alternatives de réduction et d'oxydation :

$$\underset{\text{Tyrosine}}{OH . C_6H_4 - CH_2 . CH(NH_2) . COOH} + H_2 =$$

$$= \underset{\text{Ac. hydrop. cumarique.}}{OH . C_6H_4 - CH_2 . CH_2 . COOH} + NH_3$$

$$\underset{\text{Ac. hydrop. cumarique}}{OH . C_6H_4 - CH_2 . CH_2 . COOH} = \underset{\text{P. éthylphénol}}{C_6H_4 - C_2H_5 . OH}$$

$$\underset{\text{P. éthylphénol}}{C_6H_4 - C_2H_5 . OH} + O_3 = \underset{\text{Ac. p. oxyphénylacétique}}{OH . C_6H_4 - CH_2 . COOH} + H_2O$$

$$\underset{\text{Ac. p. oxyphénylacétique}}{OH . C_6H_4 - CH_2 . COOH} = \underset{\text{P. crésol}}{C_6H_4 . CH_3 . OH} + CO_2$$

$$\underset{\text{P. crésol}}{C_6H_4 . CH_3 . OH} + O_3 = \underset{\text{Ac. p. oxybenzoïque}}{OH . C_6H_4 . COOH} + H_2O$$

$$\underset{\text{Ac. p. oxybenzoïque}}{OH . C_6H_4 . COOH .} = \underset{\text{Phénol}}{C_6H_5 . OH} + CO_2$$

En faisant abstraction des corps aromatiques qui, tels que la *pyrocatéchine* et l'*hydroquinone*, se trouvent préformés dans les aliments végétaux, la décomposition des albuminoïdes par la digestion intestinale est-elle l'unique source des composés aromatiques, ou bien ces composés prennent-ils naissance ailleurs encore dans l'organisme à l'état normal?

---

[1] Il convient encore de rappeler qu'EMERSON a trouvé, parmi les produits de l'autodigestion (aseptique) du pancréas, la *paraoxyphényléthylamine* $OH . C_6H_4 - C_2H_4 . NH_2$, base formée par la fermentation de la *tyrosine*, avec élimination de CO_2, de la même façon que la *putrescine* peut être dérivée de l'*Ornithine* et la *cadavérine* de la *lysine*.

Il n'est pas possible, dans l'état actuel de nos connaissances, de donner une réponse certaine et définitive à cette question. Le mode intime d'assimilation de la partie de l'albumine fixe des tissus, qui est plus ou moins détruite par l'activité organique, nous est complètement inconnu. Nous ne savons pas, d'autre part, quels sont les produits normaux de la décomposition de l'albumine circulante par les enzymes protéolytiques, présents dans presque tous les organes.

Jusqu'où va la scission de cet albumine par le métabolisme normal? Dépasse-t-elle, pour les composés aromatiques, les acides amidés, ou va-t-elle plus loin?

Nous n'avons, pour répondre à cette question, qu'un certain nombre de données expérimentales, qui tendent à démontrer que, contrairement à l'opinion de Hoppe-Seyler, aujourd'hui à peu près abandonnée[1], la formation des radicaux aromatiques *phénols, indol* et *scatol* est due exclusivement à l'action des bactéries sur l'albumine. C'est ce que les expériences de Baumann, de Nencki et surtout celles de Nuttall et Thierfelder tendent à prouver. D'autre part, les mêmes expériences ont démontré qu'il est possible, sinon probable, que les *oxyacides* prennent naissance en très faible proportion à l'intérieur des tissus normaux; on voit, en effet, la présence de ces *oxyacides* (*hydroparacumarique* et *paraoxyphénylacétique*) persister dans l'urine, lors même que, par l'asepsie de l'intestin, on ait réussi à amener la disparition, dans cet émonctoire, de tous les autres dérivés aromatiques.

D'ailleurs, à part celle de la *tyrosine* dans le sperme, la présence des dérivés aromatiques n'a pas encore été démontrée, ni dans la lymphe, ni dans les transsudats et exsudats normaux des diverses séreuses et muqueuses de l'organisme[1].

---

[1] Je dois dire, cependant, que cette opinion est encore soutenue par un certain nombre d'auteurs, qui admettent que l'*indol* et le *scatol* peuvent se former, au dépens d'un noyau préformé de l'albumine, par la désassimilation des tissus (Carletti, Gnezda, Blumenthal et Rosenfeld). Il y a des objections très fortes à cette manière de voir, mais je dois renoncer à les présenter ici, car la discussion complète de cette question m'entraînerait beaucoup plus loin que ne le comporte le cadre restreint de ce travail.

Il va sans dire, par contre, que nous pouvons être certains de constater la formation de ces mêmes produits aromatiques partout où, par suite de procès pathologiques, il y a des albuminoïdes en putréfaction dans une cavité quelconque du corps; ainsi dans les collections purulentes, les empyèmes, les exsudats pleurétiques putrides, etc., etc.

Les sécrétions pathologiques de la muqueuse des voies respiratoires, éliminées à l'état de sputum, contiennent, non seulement de la *tyrosine*, comme on le savait déjà, mais, d'après mes observations inédites, des composés aromatiques volatils, qui passent à la distillation et donnent la réaction de Millon[2]. Il est indiscutable qu'il faut attribuer la présence de ces corps, dans ce cas, à l'action sur les albuminoïdes du crachat, des innombrables bactéries qui s'y trouvent. Les dérivés aromatiques, formés de cette manière, sont, comme ceux qui prennent naissance dans l'intestin, résorbés en partie, et passent dans le torrent circulatoire, ainsi que nous le verrons plus loin.

V

En poursuivant cette étude, nous sommes amenés à voir, maintenant, quel est le sort ultérieur des combinaisons aromatiques, en général, dans l'organisme; ces corps pouvant du reste provenir :

---

[1] A l'exception de la *pyrocatéchine*, mentionnée avec un point d'interrogation par Hammarsten (*l. c.*), parmi les substances extractives des transsudats. Il convient cependant de ne pas accorder trop d'importance à ces faits, car si les dérivés aromatiques n'ont pas été décelés dans les liquides organiques normaux, c'est qu'on ne les a, en général, pas recherchés.

[2] Ces corps, dosés colorimétriquement, dans les crachats d'un phtisique, correspondaient à 1 à 7 milligrammes de *phénols* par 100 cc., quantité de même ordre que celle observée dans l'urine du même patient.

1° De la digestion d'aliments végétaux, dans lesquels certaines de ces combinaisons comme l'*hydroquinone*, la *pyrocatéchine*, les *acides benzoïque* et *salicylique*, etc., sont préformés.

2° De la digestion pancréatique normale des albuminoïdes, aboutissant, comme nous l'avons vu, à la *tyrosine*, à la *phénylalanine* et au *tryptophane*.

3° De la putréfaction des albuminoïdes et de la *tyrosine* elle-même, par l'action des bactéries.

Nous avons vu que, seuls, la *tyrosine* et les dérivés aromatiques de même constitution peuvent être brûlés par l'organisme et utilisés comme source d'énergie, tandis que les autres composés cycliques sont, ou bien inutiles, ou bien même nuisibles, grâce à leurs propriétés toxiques. Suivant qu'il s'agit des uns ou des autres, l'organisme a donc une tâche différente à remplir : rendre inoffensifs les nuisibles et se débarrasser des inutiles. Voyons maintenant par quels procédés il arrive à accomplir cette double tâche.

Remarquons, en premier lieu, que la proportion des composés aromatiques qui est expulsée avec les excréments, est relativement peu considérable : il n'y a guère que les dérivés du *scatol* et parfois ceux de l'*indol* qui paraissent quitter, en majeure partie, le corps par cette voie, tandis que la plus forte proportion des autres dérivés aromatiques sont résorbés par la muqueuse intestinale et passent dans la circulation.

Arrivés au niveau de l'intestin, après avoir assisté à la formation de ces corps, nous devons constater qu'ils se dérobent, pour le moment, à nos investigations et que nous perdons de vue un certain nombre d'entre eux (les *oxyacides* particulièrement), pour ne les retrouver qu'à leur réapparition dans les émonctoires principaux, l'urine et la sueur, de telle sorte que les transformations qu'ils subissent ne nous sont connues que par leurs termes ultimes.

Ces mêmes lacunes considérables se retrouvent, du reste, dans notre connaissance du sort de tous les produits de la digestion : les procédés intimes d'assimilation et de désassimilation de la cellule vivante sont encore entourés, pour nous, d'une obscurité quasi complète. Ce que nous savons, relativement aux transformations physiologiques que subissent les corps aromatiques par l'action du processus vital, peut être résumé comme suit.

Nous ne connaissons pas les produits intermédiaires de la transformation de la *tyrosine* en urée, acide carbonique et eau. En écrivant la réaction telle qu'elle peut être calculée d'après la formule de son terme initial et de ses termes ultimes :

$$2C_9H_{11}NO_3 + 38O = CO(NH_2)_2 + 17CO_2 + 9H_2O$$

nous ne faisons qu'exprimer que cette réaction, qui, en réalité, est certainement beaucoup plus compliquée et passe vraisemblablement par une série de dérivés cycliques et aliphatiques, revient, en fin de compte, à une oxydation.

Quant aux autres corps aromatiques, que nous avons vus se former dans l'intestin, les modifications qu'ils subissent dans l'organisme et qui ont pour but de les transformer en dérivés non toxiques inoffensifs, peuvent être classés comme suit :

1° Passent dans l'urine sans modification : les *oxyacides aromatiques* et probablement les *acides scatolcarbonique* et *scatolacétique*.

2° Sont transformés en *dérivés sulfoconjugués*, par combinaison avec l'acide sulfurique :

a) sans oxydation : les *phénols (acides phénols* et *crésol sulfurique* ou *éthers sulfoconjugués* du *phénol* et des *crésols)*.

b) après oxydation préalable : l'*indol* et le *scatol (acides indoxylsulfurique* ou *indican* et *scatoxylsulfurique)*.

3° Sont combinés avec l'*acide glycuronique*, sous la forme de corps analogues aux glycosides :

a) sans oxydation : les *phénols (acide phénylglycuronique).*

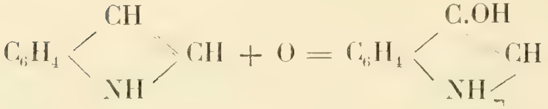
b) après oxydation : l'*indol* et le *scatol (acide indoxyl* et *scatoxylglycuronique).*

4° Se combine avec le *glycocol*, pour produire de l'*acide hippurique* : l'*acide benzoïque.*

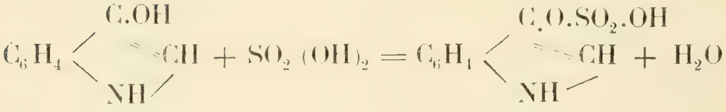
$$\underset{\text{Phénol}}{C_6H_5.OH} + SO_2(OH)_2 = \underset{\text{Acide phénolsulfurique}}{SO_2(OH)O.C_6H_5} + H_2O$$

$$\underset{\text{Crésol}}{C_6H_4.CH_3.OH} + SO_2(OH)_2 =$$

$$\underset{\text{Acide crésolsulfurique}}{SO_2(OH)O.C_6H_4.CH_3} + H_2O$$



Indol Indoxyle.



Indoxyle. Ac. indoxylsulfurique (indican.)

Ces acides sulfoconjugués se trouvent, dans l'urine, à l'état de sels potassiques surtout.

La transformation du *scatol (méthylindol)* en *scatoxyle* puis en *acide scatoxylsulfurique*, se fait d'après le même schéma.

Ce même mode d'élimination à l'état de dérivés sulfoconjugués, se retrouve, du reste, pour d'autres composés aromatiques ingérés. C'est ainsi que l'*aniline* $C_6H_5.NH_2$ et l'*acétanilide (antifébrine)* $C_6H_5.NH.CH_3.CO$ sont, de même, transformés en *acide paramidophénolsulfurique* $C_6H_4.NH_2.O.SO_2.OH$.

L'*acide métaoxybenzoïque*, ainsi que l'*antipyrine* subissent, en partie du moins, des transformations analogues.

Les combinaisons des radicaux *phénol*, *crésols*, *indol* et *scatol* avec l'*acide glycuronique*, découvertes par Schmiedeberg et Baumann, sont trop imparfaitement connues pour qu'il soit possible d'en donner les formules de constitution ; on peut se représenter, par exemple, la formation de l'*acide phénylglycuronique* par l'équation :

$$\underset{\text{Phénol}}{C_6H_5.OH} + \underset{\text{Acide glycuronique}}{COH(CHOH)_4.COOH} =$$

$$= \underset{\text{Ac. phénylglycuronique}}{COH.CHO.C_6H_5(CHOH)_3.COOH} + H_2O$$

Cette combinaison avec l'*acide glycuronique*, se retrouve, d'autre part, pour un grand nombre de substances ingérées, telles que le camphre, le menthol, l'essence de térébenthine, les naphtols, etc., etc.

La formation de l'*acide hippurique* par la combinaison de l'*acide benzoïque* avec le *glycocol (acide amidoacétique)*, offre un intérêt tout spécial au point de vue de l'histoire de la chimie physiologique : elle doit être considérée, en effet, comme la première synthèse organique expérimentale réalisée par le moyen de l'organisme animal (Woehler en 1824).

$$\underset{\text{Ac. benzoïque}}{C_6H_5.COOH} + \underset{\text{Glycocol}}{CH_2(NH_2).COOH} =$$

$$= \underset{\text{Acide hippurique}}{C_6H_5.CO.NH.CH_2.COOH} + H_2O$$

Par un procédé analogue, l'*acide phénylacétique* est transformé en *acide phénacéturique* :

$$\underset{\text{Ac. phénylacétique}}{C_6H_5.CH_2.COOH} + \underset{\text{Glycocol}}{CH_2(NH_2).COOH} =$$

$$\underset{\text{Acide phénacéturique}}{C_6H_5.CH_2.CO.NH.CH_2.COOH} + H_2O$$

Nous retrouvons une synthèse analogue pour les *acides* *oxybenzoïques* ingérés (l'*acide salicylique* entre autres) (Baumann et Herter).

Quant à l'origine de l'*acide benzoïque* dans l'organisme, il provient, pour une part, de certains dérivés aromatiques contenus dans les aliments végétaux ; la digestion de la cellulose et des gommes du groupe des pentoses paraît même, d'après les travaux de Meissner et de Shepard et ceux de Goetze et Pfeiffer, fournir une certaine quantité de cet acide, ce qui explique la forte proportion de l'*acide hippurique* dans l'urine des herbivores.

D'autre part, l'*acide benzoïque* se forme probablement par la décomposition des *acides phénylpropionique* et *hydroparacumarique*, qui proviennent eux-mêmes, comme nous l'avons vu, de la décomposition putride des albuminoïdes (Baumann).

VI

Quel est le siège de ces transformations : oxydation et combinaison des radicaux aromatiques? L'état actuel de nos connaissances ne nous fournit pas de solution complète à cette question.

Une partie de ces transformations s'accomplissent, sans doute, déjà dans la paroi de l'intestin. Nous savons, en effet, que cette région est le siège de certaines réactions très importantes, telles que la transformation en produits plus simples, par l'érepsine, des peptones, dont l'action nocive sur la pression et la circulation sanguine est manifeste.

La combinaison des radicaux aromatiques avec l'acide sulfurique ne se fait pas dans l'intestin : les fèces, en effet, ne contiennent pas d'éthers sulfoconjugués (Ury).

Par contre, il est très probable que la décomposition de la *tyrosine* a lieu à ce niveau déjà, car le foie ne paraît contenir ce corps que dans les cas pathologiques.

Du réseau vasculaire très développé et très compliqué de l'intestin, le sang, chargé des substances résorbées, arrive au foie par la veine porte. L'importance capitale du foie pour l'élaboration des produits de la digestion et la dépuration du sang, ressort de plus en plus clairement, au fur et à mesure que notre connaissance de ses fonctions multiples et compliquées devient moins incomplète. La constatation que la température de cet organe est constamment plus élevée que celle des parties adjacentes, nous indique déjà qu'il se passe là des réactions très actives : cette énorme glande est, en effet, un laboratoire extraordinaire où s'accomplissent de nombreuses opérations chimiques, synthétiques pour la plupart.

La transformation de l'ammoniaque en urée, la formation du glycogène, l'élaboration des acides et des pigments biliaires, sont des exemples bien connus de cette activité synthétique du foie ; il est très probable que cet organe joue de même un rôle prépondérant pour la désassimilation des nucléines, aboutissant aux corps puriques dont l'acide urique est le principal.

Quel rôle joue le foie relativement aux composés aromatiques? Nous possédons, aujourd'hui, tout un faisceau d'observations qui démontrent nettement l'importance capitale de cet organe pour l'élaboration de ces corps ; je n'en citerai que les plus importantes :

L'élimination, par la bile, de la majeure partie des *phénols* (MUNK) et d'une notable proportion de l'*acide salicylique* (LINNOSSIER) ingérés ; la proportion des éthers sulfoconjugués plus considérable dans le foie que dans le sang (BAUMANN). Il est probable, du reste, qu'un certain nombre de pigments et des acides biliaires, dont la constitution n'est pas établie, sont, eux-mêmes, des dérivés de la série aromatique.

Les expériences de PFLÜGER et KOCHS et celles plus récentes de EMBDEN et GLAESSNER ont fourni, au surplus, la démonstration que la combinaison des radicaux aromatiques avec l'acide sulfurique et avec l'*acide glycuronique*, a lieu dans le parenchyme hépatique; la présence des *acides glycuroniques conjugués* dans la bile, a, de plus, été constatée par van Leersum[1].

Le fait expérimental constaté par Bozzi, que, chez les chiens porteurs de la fistule de Eck (établissant une communication directe de la veine porte avec la cave inférieure, avec élimination du foie de la circulation), on ne voit pas apparaître l'indican dans l'urine après la ligature du gros intestin, tandis que l'indican apparaît rapidement et abondamment, dans ces conditions, chez les chiens où la circulation portale est normale, démontre, de même, que la formation de l'*acide indoxylsulfurique* a lieu exclusivement dans la cellule hépatique.

Embden a, ensuite, réalisé expérimentalement la formation des *acides sulfoconjugués* et *glycuroniques conjugués*, par la circulation artificielle de sang chargé de *phénol*, dans le foie survivant du chien.

Nous savons, du reste, que le parenchyme hépatique a une affinité spéciale pour certains corps aromatiques (Salkowski). C'est ainsi que la pulpe fraîche de foie retient avec avidité le *phénol* et l'*indol* et transforme une notable proportion de ces corps, de manière à ce qu'ils ne peuvent plus être séparés par la distillation (Herter et Wakeman).

A l'état physiologique, le foie normal paraît avoir la même propriété de rétention pour les composés aromatiques et tout spécialement pour l'*indol* (Gilbert, Weil, Rabaioli, etc.)[2].

Il convient d'ajouter enfin que, selon toute probabilité, la synthèse de l'*acide hippurique*, par combinaison de l'*acide benzoïque* et du *glycocol*, que nous retrouvons dans les muscles et dans le rein, se fait, en partie aussi, dans le foie.

---

[1] C'est là, vraisemblablement, la source des *acides glycuroniques conjugués*, signalée dans les fèces par Bial.

[2] Cette affinité élective de certains organes pour des corps déterminés, se retrouve ailleurs encore ; je ne citerai ici que l'exemple de la faculté accumulatrice de la substance cérébrale pour les sels ammoniacaux et pour certaines toxalbumines, mise en lumière par les travaux récents de divers auteurs.

Ces données sur l'activité organique du foie, relativement aux combinaisons aromatiques, trouvent une confirmation dans les observations pathologiques. Nous devons nous attendre à ce que les troubles pathologiques des fonctions de cet organe entraîneront des modifications plus ou moins prononcées du chimisme organique, et que ces altérations se traduiront par des modifications correspondantes quantitatives et qualitatives dans les produits ultimes de l'élaboration des dérivés aromatiques.

Nous voyons, en effet, la proportion des *phénols* de l'urine augmenter considérablement dans les cas d'empoisonnement par le phosphore (Litten). Or, on sait que le foie est l'un des organes qui sont le plus directement intéressés et le plus profondément altérés par ce poison.

L'expérience *in vitro* nous montre, du reste, que le pouvoir absorbant du parenchyme hépatique, pour les composés aromatiques, est fortement affaibli par l'action de l'éther, du chloroforme, de diverses toxines, etc. (Herter et Wakeman).

Après avoir été transformé en combinaisons inoffensives, éliminé partiellement par la bile et probablement retenu, dans une certaine proportion, dans la cellule hépatique, le surplus des combinaisons aromatiques passe, par le canal de la veine cave inférieure, dans la grande circulation et est charrié par le torrent sanguin dans tous les organes.

Il est peu probable, à priori, que le poumon joue un rôle effectif pour l'élaboration ou l'élimination des composés aromatiques difficilement oxydables et fort peu volatils. Il convient cependant de remarquer ici que Embden et Glæssner ont constaté la formation d'une faible proportion d'éthers sulfoconjugués par la circulation artificielle dans les poumons, *post mortem*, de sang chargé de *phénol*.

Par contre, nous savons que la peau intervient et joue un rôle actif pour l'élimination d'une partie des corps aromatiques par le véhicule de la sueur.

Les recherches analytiques de KAST et d'autres ont démontré la présence, dans cette sécrétion, de l'*acide hippurique*, des *oxyacides aromatiques* et des *éthers sulfoconjugués*, des *phénols* et du *scatoxyle :* j'ai moi-même décrit, dans ces dernières années, plusieurs cas d'élimination de l'*indican* par la peau[1].

On sait, de plus, que l'*acide benzoïque* ingéré est éliminé partiellement par cette voie.

Quant aux transformations éventuelles que les dérivés aromatiques subissent à leur passage dans les différents tissus de l'organisme, autres que ceux des organes principaux que nous avons passés en revue, et du rôle possible que ces dérivés jouent dans le métabolisme de ces tissus, nous n'en savons rien et nous perdons de vue ces composés, charriés par le torrent circulatoire, jusqu'à leur arrivée au rein.

Il est très probable que certains de ces tissus sont le siège de réactions chimiques qui intéressent aussi les corps aromatiques. C'est ainsi que nous voyons, par exemple, une transformation très compliquée de la *nitrobenzaldéhyde* $C_6H_4 . NO_2 . CHO$ ingérée, s'accomplir dans les muscles du lapin, avec oxydation de l'aldéhyde en *acide benzoïque*, réduction du groupe NO_2 en NH_2 et addition du groupe acétyle à ce groupe amide, de manière à aboutir au produit final, l'*acide acétylamidobenzoïque* $C_6H_4 . NH_2 . CO . CO\,OH$, qui passe dans l'urine (COHN).

Si le foie est l'officine où se passent les réactions chimiques qui ont pour but de rendre inoffensives les substances toxiques résultant de la désassimilation des tissus d'une part, du processus digestif de l'autre, le rein doit être envisagé comme le laboratoire où s'accomplissent surtout des opérations très délicates, relevant du domaine de la physique moléculaire ou, plus exactement de la physico-chimie, et dont le résultat est l'élimination, par l'urine, des déchets de la vie organique.

---

[1] BIZZIO avait observé, en 1860 déjà, un cas de sueur colorée en bleu par la présence de l'indigo.

Le rein, cet organe merveilleux, dont nous sommes encore très éloignés de comprendre le fonctionnement, est un appareil qui remplit à la fois les fonctions les plus diverses : sécrétion, excrétion, filtration et dialyse. Relativement aux processus chimiques qui se passent dans le rein, nous savons, aujourd'hui, qu'il est le siège principal de la synthèse de l'*acide hippurique* par la combinaison de l'*acide benzoïque* et du *glycocol* (Schmiedeberg et Bunge)[1].

Ce fait est confirmé par la constatation, faite par Jaarsveld et Stokvis et par Kronecker, de la présence de l'*acide benzoïque* dans l'urine, chez les personnes souffrant de certaines affections rénales.

Mais le fait de beaucoup le plus important, au point de vue qui nous occupe, est l'excrétion, par le rein, des composés aromatiques qui lui sont amenés par le sang.

Cette excrétion se fait sans doute de la même manière, du reste encore fort mystérieuse, que celle des autres déchets organiques.

Nous pouvons admettre, avec Bowman et Heidenhain, que le glomérule, dans lequel l'artère afférente se divise en un peloton de vaisseaux capillaires à parois très minces, représente, avec son épithélium spécial, un filtre de nature particulière, dont les pores ne laissent passer, en solution, que les corps à petites molécules, tels que les sels inorganiques et l'urée.

---

[1] Cependant, il paraît établi que cette synthèse se fait aussi dans d'autres organes tels que le foie et les muscles, chez le lapin au moins.

Le passage des composés aromatiques du sang dans l'urine a lieu certainement dans les tubes contournés et les anses ascendantes de Henle et représente un phénomène biologique, sous la dépendance de la fonction, très spéciale et inexplicable par les simples lois de la physico-chimie, de l'épithélium de ces parties, fonction qui se traduit par une action élective de cet épithélium pour les composants du sang qui doivent être éliminés.

Une fois excrétés avec l'urine, qui les contient sous la forme des sels alcalins des *oxyacides* et des *acides sulfo-* et *glycuronique- conjugués*, les dérivés aromatiques sont parvenus au terme de leurs pérégrinations dans l'organisme [1].

Dans un travail ultérieur, je me propose de reprendre l'étude des composés aromatiques de l'urine, au point de vue de leur importance sémiologique, de leur recherche analytique et de leur dosage, sujets que j'étudie avec prédilection depuis nombre d'années et pour lesquels je dispose d'un matériel très considérable d'observations.

INDICATIONS BIBLIOGRAPHIQUES

La bibliographie de cette question étant trop vaste pour être donnée ici *in extenso*, je ne cite que les principaux ouvrages et périodiques dans lesquels on trouvera l'indication des travaux dont j'ai tenu compte pour ce travail.

Biochemisches Centralblatt.
Hammarsten. — *Lehrbuch der physiologischen Chemie*, 4e éd.
Maly's. — *Jahresberichte.*
Neubauer & Vogel. — *Analyse des Harnes*, 10e éd.
Zeitschrift für physiologische Chemie.

---

[1] Il ne me paraît pas improbable que la présence de ces corps dans l'urine a une certaine utilité pour l'organisme, en ce qu'ils contribuent, dans certains cas, par leurs propriétés antiseptiques, à empêcher la fermentation microbienne de ce liquide pendant son séjour dans la vessie.

PHAGOCYTOSE ET OPIUM

DANS LES MALADIES INFECTIEUSES

par le **Dr MACHON.**

Deux des dernières séances de la Société vaudoise de médecine ont été presque exclusivement remplies par une discussion des plus intéressantes sur le traitement de l'appendicite, et principalement sur la nécessité ou non d'administrer de l'opium pendant la période aiguë de la maladie. C'est cette discussion qui m'a suggéré les quelques réflexions qui suivent :

« Dans notre tube intestinal dont la flore est si riche, si variée, sous la barrière épithéliale de sa muqueuse, se trouve disposé un véritable lac lymphatique d'où s'échappent sans cesse des globules blancs. Ils cheminent entre les cellules épithéliales et saisissent, pour les détruire, tous les germes qui voudraient pénétrer dans l'épaisseur de la muqueuse. On peut dire qu'à chaque moment l'infection est imminente et qu'à chaque moment une réaction inflammatoire élémentaire prévient l'invasion des tissus [1] ». Dans l'intestin cette migration interépithéliale atteint son maximum près des follicules clos et surtout dans le voisinage des plaques de Peyer, elle sera par conséquent moins active dans le Cœcum que dans l'Iléon, ce qui peut avoir une certaine importance dans le cas d'une infection d'origine appendiculaire.

Dans l'appendicite nous avons affaire à une invasion microbienne, et contre elle notre organisme réagit de la même manière que vis-à-vis de toutes les autres maladies infectieuses, c'est-à-dire qu'il y a lutte entre l'envahisseur et les phagocytes. Aussitôt que l'ennemi se montre, nous voyons apparaître une diapédèse excessivement active des phagocytes, diapédèse qui produit cette réaction inflammatoire dont je viens de parler et qui prévient l'envahissement des tissus.

---

[1] Nicolle, *Eléments de microbiologie générale*, p. 246. Paris, 1901.

Dans les formes légères ou moyennes d'appendicite qui se terminent par la résolution, le nombre des globules blancs s'élève de 15 000 à 20 000 par millimètre cube de sang au moment de la crise aiguë. Cette hyperleucocytose est très éphémère, elle ne peut durer que deux, trois ou quatre jours. Au contraire, dans les formes graves, au moment où la suppuration s'établit, le nombre des leucocytes dépasse 25 000, atteint 30 000, 40 000, 60 000 et persiste longtemps [1].

Empêchez la diapédèse des leucocytes, ou ralentissez-la et vous verrez les phénomènes d'infection augmenter d'importance et la maladie prendre une tournure plus grave, plus grave encore si les phagocytes, en outre du retard de leur apparition, de leur petit nombre, non seulement ne sont pas stimulés, mais sont sous l'influence de causes chimiques ou physiques déprimantes.

C'est du reste une règle générale que dans toutes les maladies infectieuses, les modifications de l'équilibre leucocytaire traduisent fidèlement la marche de l'empoisonnement général.

L'opium ne pourrait-il pas nuire à la réaction de l'organisme contre l'infection ? C'est ce que sembleraient prouver toute une série d'expériences de M. Cantacuzène [2]. Je n'en citerai que deux.

---

[1] Communication de M. Lamy à la Société médicale des hôpitaux, séance du 6 mars 1903. Voir *Presse médicale* du 14 mars, p. 233.

[2] *Annales de l'Institut Pasteur,* 1898. T. XII, p. 288.

En injectant. dans le péritoine de cobayes solidement vaccinés, une forte dose de vibrions cholériques, il a vu que les animaux résistaient facilement à l'inoculation. Mais quand ces mêmes cobayes sont soumis à l'influence de la teinture d'opium, malgré la dilatation et l'hyperhémie considérable des vaisseaux, malgré l'hyperleucocytose notable du sang, la diapédèse ne se produit pas les premières heures après l'injection d'opium, ce n'est que plus tard, après 5 ou 6 heures que les phagocytes commencent à apparaître dans la cavité péritonéale, mais lentement, comme des paresseux qui viennent de s'éveiller, et ce n'est que peu à peu que, reprenant leur assiette, si j'ose m'exprimer ainsi, ils s'attaquent aux microbes, malheureusement alors qu'il est trop tard.

Les phagocytes présentent donc une chimio-taxie positive vis-à-vis de l'opium. Disons en passant que ce qui complique énormément l'explication des phénomènes de ce genre, c'est que par l'expérimentation on a vu que la chimio-taxie des phagocytes vis-à-vis de certaines substances chimiques n'est pas toujours en rapport avec la quantité de ces substances. Les phagocytes, souvent sensibles à l'action de doses modérées de telle ou telle substance toxique. ne sont nullement altérés par des doses massives de la même substance.

Dans la seconde expérience, Cantacuzène observe attentivement la réaction de l'intestin après l'injection de vibrions de Massaouah chez un cobaye neuf et chez un cobaye narcotisé par de l'opium. Chez le premier de ces animaux il voit apparaître le mécanisme de la défense normale, qui permet à l'animal de résister, tandis que chez le second l'opium amène une paralysie de l'intestin et la stagnation de son contenu. Les vibrions croissent librement, comme *in vitro*, l'épithélium tombe et l'invasion microbienne se précipite. Lorsque cesse la narcose, la diapédèse commence, mais lorsqu'il est trop tard pour sauver l'organisme déjà envahi par les produits toxiques élaborés par les microbes.

Nous voyons dans cette seconde expérience de Cantacuzène, en plus des conséquences fatales dues au retard de la diapédèse et à la dépression vitale des phagocytes, celles qui ont pour origine la paralysie de l'intestin et la stagnation de son contenu. Tous ces facteurs dus à l'opium augmentent la force de l'infection et cela d'autant plus que, comme nous le savons, l'activité des phagocytes ne s'exerce pas seulement sur les corps microbiens, mais aussi sur les produits toxiques qu'ils élaborent, car les anticorps que sécrètent les phagocytes neutralisent les toxines microbiennes.

Logiquement donc, en tirant au point de vue pratique des déductions de ce que je viens de dire, il faudrait, si possible, éviter de donner de l'opium dans une appendicite à son début et chercher au contraire à favoriser la leucocytose par tous les moyens possibles.

Si réellement, comme l'affirme M. le prof. Bourget, il n'y a pas de danger à administrer chez les malades atteints d'appendicite des lavements copieux qui remontent jusqu'au Cœcum, on concevra aisément tout le profit que l'on pourrait retirer de ce mode de traitement.

Sans parler de la diminution des douleurs qui est évidente et aussi manifeste que leur disparition dans les affections aiguës de l'estomac après un bon lavage de ce dernier, nous pouvons supposer que les lavements empêcheront la stagnation dans l'intestin et, par suite, diminueront la pullulation des microbes ; ils empêcheront aussi l'accumulation des produits toxiques de ces derniers qu'ils évacueront mécaniquement, de la même façon que les substances toxiques sont évacuées de l'estomac par le siphonage de cet organe, de la même manière qu'elles sont évacuées de la cavité utérine par un bon lavage dans les cas de fièvre puerpérale.

Mais il y a encore une autre chose importante à considérer : l'apport d'une quantité plus ou moins grande de liquide dans l'économie, que ce soit par la voie intestinale ou par la voie dermique, a une autre influence bienfaisante sur le cours des maladies infectieuses, dans la période d'acmé surtout ; elle favorise la réaction phagocytaire et augmente par là la résistance de l'individu.

C'est ainsi que je m'explique les beaux résultats que l'on obtient par la dermoclyse dans le choléra et ceux que j'ai obtenus maintes fois dans les formes adynamiques de fièvre typhoïde et de scarlatine maligne, dans ces cas désespérés où le médecin, par acquit de conscience seulement, essaie encore de ce moyen ultime. Lorsque nous recommandons à un malade atteint de pneumonie, d'absorber force liquides, de boire de gros bols de tisane, nous favorisons la phagocytose, augmentant ainsi la résistance de notre patient.

Il serait donc logique aussi dans un cas d'appendicite, si les phénomènes de péritonisme ne l'empêchent pas, de permettre aux malades de boire comme le leur laisse faire le prof. Bourget.

Si les cataplasmes sont revenus à la mode plus que jamais, c'est que l'on s'est aperçu qu'ils faisaient plus souvent du bien que la glace. Par leur douce chaleur, si constante, non seulement ils favorisent la circulation, mais ils augmentent aussi la diapédèse et l'activité vitale des phagocytes.

Tout ce que je viens de dire n'est pas le moins du monde pour recommander tel ou tel mode de traitement ; du reste, comme l'a dit fort bien M. le prof. C. Roux, la plupart des appendicites guériraient sans aucun traitement quelconque. J'ai voulu seulement, je le répète, faire part de quelques réflexions que m'a suggéré le travail de M. le D^{r} C. Krafft sur l'opium et l'appendicite et la discussion à laquelle il donna lieu. Je crois sage d'agir comme nous l'enseigne M. Roux, c'est-à-dire de ne donner de l'opium aux malades atteints d'appendicite que lorsque c'est absolument nécessaire, et de ne pas l'administrer sans discernement, comme le font encore beaucoup de médecins de l'école française.

Ce qui me fait supposer aussi que l'opium, même en petite quantité, n'est pas sans action sur le cours des maladies infectieuses, ce sont les observations que j'ai pu faire à propos d'autres maladies microbiennes intéressant également l'intestin. Je veux parler ici du choléra, de la fièvre typhoïde et de la dyssenterie. Dans ces trois affections j'ai pu constater que l'administration de l'opium est néfaste et cela surtout pendant la période d'acmé de la maladie.

Chaque fois que, dans une fièvre typhoïde en pleine florescence, ne sachant plus que faire pour être maître d'une diarrhée, j'ai administré de l'opium, je m'en suis repenti.

Notons ici que c'est justement pendant cette période de la maladie que l'on observe une hypoleucocytose.

Chez les cholériques, j'ai fait la même observation. corroborée du reste par celles des médecins hambourgeois qui, après avoir essayé de toutes les méthodes de traitement anciennes et nouvelles, recommandent avec insistance de ne pas donner de l'opium aux malades atteints de choléra.

Dans la dyssenterie c'est absolument la même chose, chaque fois que l'on pourra se passer d'opium il faut le faire.

Il serait donc très intéressant et très utile surtout, d'étudier expérimentalement l'influence des divers médicaments sur les phénomènes de la phagocytose.

* * *

NOTE

SUR LA FORMULE BAROMÉTRIQUE DE LAPLACE

PAR

L. MAILLARD

La formule de Laplace (1804)

$$Z = 18336^{m} \left[1 + 0{,}002\ (t_1 + t_2) \right] . \ lg \frac{h_1}{h_2} \tag{I}$$ [1]

permet de calculer la différence d'altitude Z de deux lieux, connaissant les hauteurs barométriques h_1 et h_2 (en millimètres) et les températures t_1 et t_2 (en degrés centigrades). Sous la forme

$$lg\ h_2 = lg\ h_1 - \frac{Z}{18{,}3 \left[1 + 0{,}002\ (t_1 + t_2) \right]} , \tag{II}$$

elle permet de calculer les pressions h_2 à la station supérieure, connaissant h_1, Z (en kilomètres), t_1 et t_2. Réduite à son terme principal, elle devient

$$Z = 18336^{m}\ lg \frac{h_1}{h_2} , \tag{III}$$

d'où

$$lg\ h_2 = lg\ h_1 - \frac{Z}{18{,}3} . \tag{IV}$$

---

[1] Les autres facteurs de la formule barométrique complète sont laissés en dehors de la présente étude.

Si dans

$$Z = C.\ lg\ \frac{h_1}{h_2} \tag{V}$$

on prend $C = 18404$, on obtient la formule de Halley (1685).

Pour $h_1 = 760$ mm. et $t_1 = o$, les formules II et IV donnent les valeurs suivantes :

Si $Z =$	et $t_2 =$	II $h_2 =$		IV ou $h_2 =$
0 km.	0°	760 mm.		760 mm.
5	— 25	392		405
10	— 50	188		216
15	— 60	89		115
20	— 75	39	(39,8)	61
30	— 120	5,3	(5,4)	17
40	— 200	0,17	(0,19)	5
50	— 250	0,002	(0,003)	1,4
60	— 272	0,00004	(0,00006)	0,4
70	—	—		0,11
80	—	—		0,03
90	—	—		0,0009

Les chiffres entre parenthèses ont été obtenus en appliquant la formule II légèrement modifiée en vue du calcul numérique par M. Hergesell. (*Rapport de la Commission aéronautique internationale*, Conférence de Strasbourg, 1898.)

Même si l'on suppose un décroissement beaucoup moins rapide de la température, les valeurs de h_2 données par II ne sont plus comparables à celles que donne IV. Le facteur

$$1 + 0{,}002\ (t_1 + t_2) \tag{VI}$$

finit par modifier le terme principal de la formule tellement que celle-ci ne peut plus être appliquée avec sécurité.

A cause de ce facteur, les pressions trouvées sont beaucoup trop faibles, en regard de la hauteur de l'atmosphère. On sait, en effet, que les météores deviennent visibles par incandescence jusqu'à des altitudes supérieures à 200 km., et sans insister trop sur une observation d'étoile filante à 780 km. (von Niessl, 5 septembre 1868), ni sur des observations nombreuses d'aurores boréales à 770, 860, 900, 1660 km., on peut en tout cas adopter les déterminations soigneusement faites au cours de l'expédition danoise en Islande (1899-1900) : M. Paulsen a trouvé que les aurores boréales, fréquentes surtout entre 100 et 200 km., atteignent parfois la hauteur de 400 km., ce qui reporte au delà, probablement bien au delà de ce chiffre, la limite sensible de l'atmosphère terrestre.

Dès lors, il semble que les valeurs des pressions données par IV sont elles-mêmes insuffisantes ; ces valeurs sont du même ordre de grandeur que celles indiquées par M. Hann, et que M. Arrhénius estime trop faibles. *(Lehrbuch der kosmischen Physik.)*

Quoi qu'il en soit, d'autres motifs tendent à prouver que la formule I est moins exacte que III, à mesure que la température diminue. Ainsi, en relevant dans le *Bulletin* n° 1 de la Commission aéronautique internationale les résultats de l'ascension d'un ballon-sonde lancé à Trappes, nous constatons entre les altitudes données par la formule I et les altitudes obtenues par visées directes des différences qui, jusqu'à 8 km., conservent un caractère accidentel (provenant de que l'air n'était pas en équilibre ; on a noté un vent inférieur W.-S.-W. de 5 m. par seconde), ensuite progressent constamment à une allure inquiétante pour atteindre 1128 m. sur 13500 m. Et cependant, pour l'application de la formule, suivant la méthode indiquée par M. Teisserenc de Bort, on a considéré l'atmosphère comme partagée en tranches successives, avec une tranche nouvelle chaque fois que la température subit une variation un peu forte. Sans doute, il y a lieu de tenir compte de diverses causes d'erreur, notamment de l'influence des courants atmosphériques sur la pression, et de l'inertie des enregistreurs ; du reste, on n'a pas pu utiliser, dans le calcul, les autres facteurs correctifs de la formule barométrique complète. Mais, d'autre part, les retards d'équilibre des baromètres à mercure et les retards d'élasticité des anéroïdes sont connus par des expériences de laboratoire, et les résultats des lectures sont corrigés, tant pour les pressions que pour les températures. Au surplus, l'ascension en question a duré deux heures trente six minutes ; les pressions et les températures notées simultanément par deux enregistreurs sont très peu différentes, et passent par des séries de valeurs presque identiques à la montée et à la descente. Enfin, les mesures trigonométriques sont faites au moyen de théodolithes placés aux extrémités d'une base exactement mesurée, les opérateurs étant munis de chronomètres et reliés par le téléphone ; avec toutes ces précautions, l'erreur des hauteurs observées ne dépasse pas 5 m.

Voici les résultats, savoir :

Z_1, les altitudes calculées par la formule I ;
Z_2, » » » » III ;
Z_3, » » en prenant, dans V, $C = 18\,588$;
Z_4, » observées.

Δ_1, les différences $Z_4 - Z_1$; somme des erreurs : 8447^{m} ;
moyenne des erreurs : $402^{\text{m}}2$.

Δ_2, les différences $Z_4 - Z_2$; somme des erreurs : 1660^{m} ;
moyenne des erreurs : 79 m.

Δ_3, les différences $Z_4 - Z_3$; somme des erreurs : 9^{m} ;
moyenne des erreurs : $0^{\text{m}}4$.

Z_1	Z_2	Z_3	Z_4	Δ_1	Δ_2	Δ_3
171	171	171	171	0	0	— 0
812	789	795	810	—2	21	15
1396	1359	1370	1430	35	71	60
2049	1999	2017	2075	26	76	58
2755	2697	2721	2820	65	123	99
3441	3379	3411	3560	119	181	149
4197	4043	4183	4260	63	217	77
4983	4951	4998	5000	17	49	— 2
5721	5720	5775	5730	9	10	— 45
6369	6848	6470	6460	91	52	— 10
7088	7186	7255	7165	77	— 21	— 90
7814	7991	8068	7880	66	—111	—188
8466	8730	8815	8670	204	—60	—145
9082	9442	9534	9530	448	88	—4
9589	10 040	10 138	10 160	571	120	22
10 162	10 725	10 829	10 865	703	140	36
10 710	11 388	11 496	11 500	790	112	4
11 112	11 878	11 994	12 020	908	142	26
11 498	12 351	12 471	12 450	952	99	— 21
11 782	12 699	12 823	12 840	1058	141	17
12 080	13 064	13 192	13 200	1120	136	8
13 392	13 446	13 577	13 520	1128	74	— 57

Si l'on compare seulement les dix dernières valeurs dans chaque colonne, on a

pour Δ_1 : somme des erreurs : 7882 m.
moyenne des erreurs : $788^{\text{m}}2$ m.

pour Δ_2 : somme des erreurs : 992 m.
moyenne des erreurs : $99^{\text{m}}2$ m.

pour Δ_3 : somme des erreurs : — 114 m.
moyenne des erreurs : $-11^{\text{m}}4$ m.

Le tableau montre que Δ_2 et Δ_3 ne dépassent pas l'ordre de grandeur des erreurs probables, Δ_3 donnant d'ailleurs visiblement les meilleurs résultats.

Sur les pressions à de très grandes hauteurs, nous savons assez peu de chose. Rappelons cependant une conférence faite en 1902 devant la Société chimique de Paris par M. Ramsay, sur les nouveaux gaz de l'atmosphère. On sait que MM. Berthelot, Paulsen, Sykera ont signalé la remarquable coïncidence des lignes dans les spectres de l'aurore boréale et du crypton. M. Ramsay a constaté que la ligne verte du crypton reste visible quand la pression de ce gaz n'est plus que de $0^{mm}00035$. Appliquant la formule III, il trouve $Z = 135$ km., chiffre un peu bas, mais qui correspond « assez bien » à la réalité. Appliquons la correction VI pour $t_1 = 0$; il vient

Si $t_2 = -150^0$,	$Z = 107$ km.
-200,	92
-250,	76,

et ces valeurs sont incontestablement trop faibles.

Il serait fort utile que l'ingénieuse méthode de M. Ramsay fût généralisée et étendue à d'autres gaz de l'atmosphère, ce qui fournirait des indications importantes, d'une part, sur les pressions à de grandes hauteurs, de l'autre, sur le degré d'exactitude des formules III ou V.

⁂

A présent, comment expliquer que, des formules I et III, la plus complète donne, dans les trois cas étudiés ci dessus, les résultats les moins exacts ?

En examinant l'exposé de Laplace (*Mécanique céleste*, 2^e^ partie, livre X, chapitre IV), on s'aperçoit d'abord que le facteur VI est introduit par un procédé empirique ; t n'est pas dès lors considéré comme une fonction de Z, mais comme une constante, qu'on égale arbitrairement à la moyenne des températures locales t_1 et t_2. Laplace a soin de faire cette restriction : « les intégrales ne s'étendent jamais qu'à un intervalle peu considérable relativement à la hauteur entière de l'atmosphère. » Mais, cela posé, il considère un volume d'air invariable à zéro de température, et il admet que *chaque degré d'accroissement dans sa température accroît également sa force élastique ou sa pression*. Or, si l'on peut considérer la masse de l'atmosphère comme invariable (à très peu près) en est-il bien de même de son volume ? Puis, la théorie qui convient au régime des gaz parfaits *en vases clos*, a-t-on le droit de l'appliquer sans autre à l'atmosphère entière ? Si oui, la pression barométrique varierait systématiquement dans le même sens que les températures locales, ce qui est contraire aux observations météréologiques : les maxima diurnes se placent entre 9 et 10 h. du matin et du soir ; les minima vers 4 h., matin et soir ; — quant à la période annuelle, elle présente en hiver un minimum sur les océans, relativement chauds, un maximum sur les continents, relativement froids ; en été, c'est l'inverse. D'après les remarques de Kæmtz, l'air chaud, moins dense que l'air froid, exerce des pressions faibles. En Europe, les basses pressions correspondent le plus souvent aux vents du sud-ouest, les hautes aux vents du nord-est, etc. En Australie, les vents chauds et secs diminuent la pression ; à l'embouchure de la Plata, les vents d'ouest, froids et pluvieux, l'augmentent.

Il semble donc que si les lois de Mariotte et de Boyle Gay-Lussac peuvent s'appliquer, à une première approximation, aux pressions, densités et températures locales de l'air, elles ne sauraient être étendues à l'atmosphère entière. La formule barométrique est d'ailleurs basée sur l'hypothèse d'un équilibre statique de l'air, tandis qu'en réalité on a seulement le droit de dire que l'atmosphère est constamment à la recherche de son équilibre. Et, précisément, l'équation d'équilibre

$$\frac{dp}{p} = -\frac{c.g\,\mathrm{R}^2}{1 + \alpha t} \cdot \frac{dz}{(\mathrm{R} + z)^2}$$

exige que pour $z = a$ on ait, quel que soit t :

$$p = \text{constante}.$$

Prenons, par exemple, la mesure de la hauteur du Mont-Blanc. L'*Annuaire du Bureau des Longitudes* (1903, page 229) donne la correction

$$0{,}002\, a\, (t_1 + t_2) = 100^{\text{m}}, 4.$$

Supposons que les lectures, faites vers 4 h. du soir, sont répétées vers 4 h. du matin ; que les pressions barométriques ont alors les mêmes valeurs respectives, ou simplement que ces valeurs ont varié sans que leur rapport $\frac{h_1}{h_2}$ soit modifié ; mais qu'en revanche, on ait $t_1 = 8^{\circ}$ et $t_2 = -18^{\circ}$ (au lieu de $19^{\circ}3$ et $-7^{\circ}6$) ; la correction est alors de $-85^{\text{m}}8$. Différence des deux résultats : $186^{\text{m}}2$!

Les mesures de la hauteur du Grand-St-Bernard présentent de même, sur une altitude de 2070 m., des variations de 2093 à 2053 = 40 m. d'amplitude.

⁂

Concluons. Les pressions p_1 et p_2 sont respectivement égales aux poids de deux colonnes d'air, et ces deux colonnes étant supposées en équilibre, leurs poids ne varient pas d'une manière sensible avec les températures locales t_1 et t_2. En prenant

$$Z = C.\, lg\, \frac{h_1}{h_2},$$

(où C devrait être déterminé de nouveau), on obtiendra des valeurs de Z suffisamment exactes, à la condition expresse que h_1 et h_2 soient des *moyennes de pressions normales* pour les deux lieux considérés. Certains indices donnent à penser que C augmente avec Z ; pour fixer ce point important, il serait désirable que, lors des ascensions de ballons-sondes, les mesures barométriques fussent autant que possible accompagnées de mesures trigonométriques.

Dans le cas probable où C serait un paramètre variable avec t, on poserait

$$C = c(1 - \beta t),$$

c et β étant deux constantes à déterminer par des séries d'observations.

SUR UNE
ASSOCIATION D'ESPÈCES CALCICOLES ET CALCIFUGES[1]

PAR

Sam. AUBERT.

Introduction.

Dans le haut Jura, on rencontre assez fréquemment Calluna vulgaris — la bruyère commune — dans les formations connues sous le nom de haut-marais, en compagnie des Vaccinium uliginosum, V. Vitis idea, Empetrum nigrum. Mon étonnement fut à son comble quand, il y a trois ans, j'observai une quantité de pieds de bruyère sur un pâturage à exposition S.-E., à sol en apparence assez sec, et associés à des espèces d'un caractère calcicole prononcé sur lesquelles je reviendrai tantôt. Diverses circonstances m'empêchèrent d'entreprendre l'étude immédiate de cette intéressante association, qui dut être renvoyée jusqu'en 1902.

A mon avis, une telle étude se justifie pleinement, car elle se rapporte d'une façon intime au problème si palpitant et toujours d'actualité de l'influence du terrain sur la végétation. Cette influence est loin d'être élucidée et tout fait apporté sur le terrain de la discussion a son importance plus ou moins considérable.

C'est à cet unique point de vue que je me suis placé en publiant cette courte étude.

---

[1] Avec la collaboration de Th. Bieler, pour l'analyse du terrain.

Je diviserai mon sujet comme suit :

I. Topographie de la prairie.
II. Végétation.
III. Composition chimique du sol et du sous-sol.
IV. Discussion.

I. Topographie.

La prairie à bruyère dont nous avons entrepris l'étude est située non loin du hameau des Piguet-dessus, commune du Chenit, Jura vaudois, à l'altitude de 1090 m. environ. Légèrement inclinée vers le sud-est, elle a la forme d'un rectangle allongé dont les dimensions approximatives seraient 200 et 30 m. Un bois de hètre la limite au sud, des prairies fauchées et non fauchées l'entourent d'autre part.

II. Végétation.

Cette prairie appartient au type *pâturage*[1]. Au cours de plusieurs excursions nous avons relevé les espèces suivantes qui doivent constituer la végétation complète :

Calluna vulgaris Salisb. Nombreux buissons recouvrant une partie importante de la prairie.	S. SS[2]	
Alchemilla vulgaris L.	I.	dominantes ap. Calluna vulgar.
Lotus corniculatus L.	I.	
Potentilla Tormentilla Neck.		
Phyteuma orbiculare L.	CC.	
Sanguisorba dictyocarpa Spach	I.	
Carex glauca Murr.	C	
Hypericum quadrangulum L.	I.	

Festuca rubra L.	S.
Trifolium repens L.	I.
Vicia cracca L.	I.
Plantago media L.	I.
Picea excelsa Link Nombreux jeunes individus.	I.
Thymus chamædrys Fr.	I.
Veronica chamædrys L.	I.
Trollius europæus L.	I.
Achillea millefolium L.	I.
Hieracium murorum L.	I.
Rosa alpina L.	I.

---

[1] Sam. Aubert, *La flore de la Vallée de Joux*, p. 398.

[2] CCC. Calcicoles exclusives ou presque exclusives ne se rencontrant jamais qu'accidentellement et sans s'y propager, sur les terrains assez pauvres en calcaire pour ne produire à froid aucune effervescence avec les acides. — CC. Calcicoles moins exclusives pouvant se propager sur les terrains où la présence du calcaire n'est pas décelée par les acides, mais alors plus rares et souvent moins vigoureuses que sur le calcaire. — C. Calcicoles presque indif-

Euphorbia cyparrissias L.	I.
Vaccinium vitis Idæa L.	C.
Succisa pratensis Mönch	S.
Leucanthemum vulgare Dec.	I.
Hieracium Auricula auct.	I.
Veronica officinalis L.	I.
Luzula campestris Dec.	I.
Viola Riviniana Rchb.	I.
Fragaria vesca L.	I.
Ajuga reptans L.	I.
Ranunculus acris L.	I.
Rubus saxatilis L.	I.
Salix grandifolia Ser.	C.
Trifolium pratense L.	I.
Alchemilla alpina L.	I.
Cirsium acaule L.	I.
Potentilla salisburgensis Hänck	I.
Scabiosa Columbaria L.	I.
Plantago lanceolata L.	I.

Anthyllis vulneraria L.	CC	
Galium mollugo L.	I.	
Carlina acaulis L.	C.	
Lathyrus pratensis L.	I.	
Silene inflata Sm.	I.	
Sorbus aucuparia L.	I.	
Populus tremula L.	I.	
Vaccinium uliginosum L.	SSS.	
Gentiana campestris L.	I.	
Euphrasia officinalis auct.	I.	
Pimpinella Saxifraga L.	I.	
Crocus vernus Wulf.	I.	
Parnassia palustris L.	I.	rares
Campanula rotundifolia L.	I.	
Agrostis vulgaris With	S.	
Origanum vulgare L.	I.	
Carex pallescens L.	S.	
Trifolium medium L.	C.	
Thesium pratense Ehrh.	I.	
Polygala comosa Schk.	C.	

L'espèce prédominante est avant tout Calluna vulgaris; elle donne à la prairie un caractère tout spécial. Les sept espèces — marquées dominantes — jouent également un rôle important, de telle façon que nous pourrons faire de cette prairie un type spécial: le type *Calluna*, qui toutefois ne doit pas être confondu avec le sous-type Calluna du haut-marais que nous avons établi dans notre *Flore de la Vallée de Joux* (p. 415).

En dehors de la zone des bruyères, vers l'ouest, nous avons observé, en abondance, les espèces suivantes, qui manquent totalement dans celle-ci :

---

férentes, cependant plus nombreuses sur le sol calcaire. — J. Indifférentes. — S. Calcifuges presque indifférentes; cependant plus nombreuses sur les sols privés de calcaire. — SS. Calcifuges plus exclusives, pouvant se propager sur les terrains où la présence du calcaire est décelée par les acides, mais alors plus rares et souvent moins vigoureuses que sur les sols privés de calcaire. — SSS. Calcifuges exclusives ou presque exclusives, ne se rencontrant jamais qu'accidentellement, et sans s'y propager, et ne pouvant être cultivées, pour la plupart, sur les terrains qui renferment assez de calcaire pour produire à froid une effervescence avec les acides. — Contejean, *Géographie botanique*.

Carex verna Vill.
Antennaria dioïca Gärtn.
Hippocrepis comosa L.
Polygala austriaca Crantz.
Galium sylvestre Poll.
Gentiana lutea L.
Ranunculus nemorosus Dec.

L'intérêt que présente la végétation de cette prairie à bruyères n'échappera à personne. On y remarque en effet une curieuse juxtaposition d'espèces réputées les unes calcifuges, les autres calcicoles par les partisans de l'influence chimique du terrain sur la végétation. C'est dans cette juxtaposition que gît l'intérêt essentiel qu'offre la végétation de notre prairie.

⁂

On peut aussi se demander d'où proviennent les pieds de bruyère ; si peut-être ils sont d'origine récente. Une personne nous a affirmé les avoir déjà vus, dans le même état qu'aujourd'hui, il y a cinquante ans.

A quelques centaines de mètres à l'est de notre prairie se trouve une tourbière du type haut-marais qui possède des pieds de Calluna en abondance. Il est fort probable que ceux de la prairie considérée viennent de cette tourbière. Notre ami M. Ch. Meylan, bryologue, à Ste-Croix, nous a signalé la présence de la bruyère sur une prairie à sol très humifère, au Mont-d'Or. La tardivité de la saison ne nous a pas permis de faire l'étude de cette localité.

III. Composition chimique du sol et du sous-sol.

En coupe verticale, le sol et le sous-sol présentent les caractères suivants :

La roche sous-jacente est un calcaire facilement délitable, très siliceux — la silice s'y trouve à l'état de nombreux grains cristallins — appartenant selon toute vraisemblance au valangien.

L'analyse du sol et du sous-sol, à laquelle nous avons fait procéder, a donné les résultats suivants[1] :

	Terre fine passant au tamis de 1 mm.	Matières organiques	Calcaire $CaCO^3$	Chaux CaO	Acide phosphorique	Potasse totale	Silice
		en $^0/_{00}$					
Sol	999	33,16	1,13	2,96	0,52	5,82	832
Sous-sol	539		289,8 dans la terre fine. 156,2 dans la terre complète (avec cailloux).				

Comme il est facile de s'en rendre compte par l'examen des chiffres ci-dessus, le sol est relativement pauvre en calcaire — puisqu'il n'en contient que 0,113 $^0/_0$ — si on le compare au sous-sol qui en renferme presque 29 $^0/_0$. L'analyse de la roche sous-jacente n'a pas été faite, mais il est certain que sa teneur en calcaire est plus considérable encore.

Nous avons ainsi affaire à un sol pauvre en calcaire, à un sol *décalcifié*, dont la plus grande partie du calcaire a été peu à peu dissoute par les eaux d'infiltration et entraînée plus bas.

L'essai du sol soumis à l'analyse qui provient de la partie moyenne, ne fait pas effervescence avec l'acide chlorhydrique. La partie inférieure, à quelques centimètres au-dessus du cailloutis du sous-sol produit au contraire une légère effervescence.

IV. Discussion.

L'action du sol sur la végétation préoccupe depuis fort longtemps les naturalistes. Tandis que les uns n'y voient qu'une influence purement physique, occasionnée par l'état d'agrégation et de siccité du sol, l'exposition, la température, etc., les autres considèrent cette influence comme d'ordre essentiellement chimique, et voient une relation intime entre la composition du tapis végétal et la constitution chimique du terrain.

---

[1] M. Th. Bieler, de la station fédérale de chimie agricole, à Lausanne, qui nous a communiqué les résultats d'analyse ci-dessous, voudra bien accepter nos plus sincères remerciements.

L'une et l'autre des deux hypothèses ont leurs défenseurs et leurs détracteurs.

La première fut soutenue, en particulier, par Thurmann dans son « Essai de *Phytostatique du Jura.* » Selon cet auteur et ceux de son école, l'humidité est le facteur primordial agissant dans la distribution des plantes à la surface du sol. La théorie de Thurmann faiblit toutefois sur bien des points et nombre de ses déductions se sont trouvées fausses devant l'observation minutieuse des faits.

Les partisans de l'influence chimique — les Contejean, les St-Lager, etc. — se basant sur de nombreux faits tirés de l'observation et de l'expérimentation, admettent que certaines substances chimiques exercent une vraie attraction, resp. répulsion, sur tels groupes de plantes. La soude, la chaux, la potasse seraient les facteurs principaux qui, par leur présence ou leur absence dans le sol, détermineraient la composition du tapis végétal. Le calcaire, par exemple, par sa chaux, fixe certains végétaux, mais paraît au contraire nuisible au développement d'autres espèces. Les premiers ont été appelés *calcicoles*, les autres *calcifuges*, tandis que l'on qualifie *d'indifférentes* toutes les espèces qui apparaissent indistinctement sur le calcaire et la silice.

Grâce à la circonstance que la plupart des espèces fuyant le calcaire se retrouvent en général sur la silice, on avait précédemment dénommé ces espèces : *silicicoles*. Mais Contejean et d'autres ont cru reconnaître que la silice constituait quant à ces espèces un milieu neutre sur lequel elles se fixent par répulsion du calcaire. Cette assertion semble confirmée par le fait que maintes de ces espèces, réputées calcifuges, se rencontrent sur des sols humifères tels que la tourbe, totalement ou presque dépourvus de silice.

On peut faire à l'hypothèse de l'influence chimique, la grave objection que voici : La calcifugie ou la calcicolie d'une espèce est souvent inconstante ; savoir, telle espèce qui se montre calcifuge dans une localité apparaîtra au contraire calcicole dans une autre.

Nous savons bien que parfois cette circonstance n'est qu'apparente et que certaines espèces calcicoles, par exemple, croissant sur un sol en apparence dépourvu de calcaire, se trouvent en réalité sur un terrain qui par sa désagrégation livre une proportion notable de calcaire assimilable. Ainsi, un feldspath calcaire, l'*oligoclase*, fournit du carbonate de chaux par l'action de l'anhydride carbonique sur les silicates de calcium qu'il renferme.

Le Dr X. Gillot[1] cite plusieurs cas où la présence d'espèces calcicoles au sein d'une végétation générale calcifuge s'explique de cette façon, savoir par la présence dans le sol d'une certaine proportion de calcaire provenant de la désagrégation de silicates ou de phosphates à base calcaire.

Tel est, par exemple, le cas de la vallée de la Gagère, en Morvan (France centrale) où le massif montagneux est formé de granit, granulite, porphyre, etc., dont la désagrégation a formé un sol siliceux ; la végétation se compose d'espèces calcifuges. A la partie inférieure de la vallée, il y a des tufs orthophyriques qui se désagrègent facilement et forment une terre arenacée déjà très alcaline par suite de la décomposition de l'oligoclase et du mica magnésien avec des cristaux d'apatite. Sur ce sol on observe : Helianthemum vulgare Gärtn., Helleborus fœtidus L., Trifolium medium L., Euphorbia cyparrissias L., Potentilla verna L., Sedum reflexum L., Festuca glauca Schrad., à cause du calcaire fourni par la décomposition de l'oligoclase.

---

[1] Gillot, *Influence de la composition minéralogique des roches sur la végétation; colonies végétales hétérotopiques*, «Bull. Soc. Bot. France,» T. XLI.

Les espèces qui croissent sur sol calcaire et sur sol siliceux contenant du calcaire provenant de la désagrégation de silicates ou phosphates calcaires, en suffisance pour assurer leur existence, ont été classées dans les *indifférentes* par la majorité des auteurs. Le Dr Gillot appelle ces espèces: *calciphiles* et il nomme *colonies hétérotopiques* ces associations végétales qui vivent sur un sol qui en apparence n'est pas celui auquel elles sont habituées.

Mais il y a autre chose, et c'est sur des espèces qui de façon absolument certaine offrent une inconstance indéniable dans leur calcicolie ou leur calcifugie, que nous voulons attirer l'attention.

Ainsi Contejean[1] (p. 29), signale *Arbutus uva ursi*, L. (*Arctostaphylos uva ursi*, Sprgl.) dans les phonolithes dysgéogènes siliceux de l'Auvergne et lui fait prendre place parmi les *Calcifuges presque indifférentes ; cependant plus nombreuses sur les sols privés de calcaire.* A la Vallée de Joux, cette espèce croît sur les calcaires très compactes, comme le Kimmeridjien, le Séquanien, à la Dent de Vaulion surtout.

Page 43 de l'ouvrage cité, Contejean reconnaît *Genista pilosa* L. comme l'une des plantes de la silice et la cite à propos de la flore des basaltes compactes de l'Auvergne. Il la range dans la même rubrique que la précédente. Petry[2] signale Genista pilosa sur les granits des Kyffhäusergebirge en Allemagne. D'autre part, Gräbner[3] cite cette plante parmi les espèces caractéristiques de la *Heide* (type Calluna) croissant sur le sable (siliceux) fin et léger. Dans le Jura et tout spécialement dans la Vallée de Joux, Genista pilosa vit contre les rochers calcaires, à la surface des dalles rocheuses des lapiaz, enracinée dans les interstices ou encore dans la mince couche de terre très calcaire et très sèche qui les recouvre.

---

[1] Contejean, *Géographie botanique.*

[2] Petry, *Die Vegetationsverhältnisse des Kyffhäusergebirge.*

[3] Gräbner, *Die Heide Norddeutschlands.*

Si la composition chimique du sol est le facteur essentiel quant à la distribution des espèces à la surface du sol, comment se fait-il que certaines d'entre elles puissent vivre ici sur un terrain privé de calcaire comme le basalte compacte, là au contraire sur un terrain constitué en majeure partie par cette substance ?

Vis-à-vis des deux exemples précités, la théorie chimique, comme on le voit, conduit à des résultats difficilement explicables.

⁂

Après cette entrée en matière, occupons-nous de notre prairie dans laquelle la bruyère — Calluna vulgaris — est l'espèce prépondérante. La grande majorité des auteurs s'accordent à reconnaître cette plante comme une calcifuge exclusive, ainsi qu'une caractéristique des sols dépourvus de calcaire. Contejean [1] la range parmi les *calcifuges exclusives* ne se rencontrant jamais qu'accidentellement et sans s'y propager et ne pouvant être cultivées, pour la plupart, sur les terrains qui renferment assez de calcaire pour produire à froid une effervescence avec les acides. Page 76 [2], cet auteur écrit : « Les bruyères, les châtaigniers, etc., tolèrent au plus quelques centièmes de cette base (chaux). » Plus bas : « Aucun pied de bruyère ou d'ajonc ne prend racine sur les points où les acides décèlent la présence du calcaire ». Page 81, « les calcifuges les plus exclusives ne tolèrent pas plus de deux à trois centièmes de chaux, au maximum.

Vallot [3] désigne la bruyère fidèle aux sols siliceux. Dans l'ouvrage indiqué, p. 175, Vallot cite un mémoire de Guinier qui a observé le pin sylvestre avec Calluna vulgaris et plusieurs autres silicicoles dans certaines localités de la Grande Chartreuse où elles vivent sur des sables calcaires d'alluvion, des boues glaciaires ou sur des terrains argileux toujours imprégnés d'eau. Près de St-Laurent du Pont, on trouve les Pinus sylvestris sur des calcaires durs et indécomposables.

---

[1] Contejean, *Loc. cit.*

[2] Id.

[3] Vallot, *Recherches physico-chimiques sur la terre végétale.*

Plus loin, page 193, Vallot écrit : « Nous pensons que le sol de calcaire compact qui nourrit le Pinus sylvestris au dessus de St-Laurent du Pont, pourrait bien être formé de la même argile, pauvre en chaux, mêlée à la roche calcaire dure ». Par *même argile* on entend une terre argilo-ferrugineuse, répandue dans le sud-ouest de la France, colorée en rouge, d'origine diluviale, en relation intime avec le calcaire sous-jacent qui appartient à l'oolithique inférieur ; elle ne contient pas de calcaire et paraîtrait être un dépôt analogue à ceux qui ont été désignés en géologie sous le nom de *geysériens*, c'est-à-dire qu'elle aurait été amenée au jour par des sources ayant jailli du centre de la terre dans la période quaternaire[1].

Les auteurs cités précédemment s'accordent tous à ranger Calluna parmi les calcifuges, savoir parmi les espèces à l'égard desquelles la chaux agit comme un poison, et capables tout au plus de supporter quelques centièmes de cette base.

Au contraire, Gräbner[2] écrit : « Dass Calluna auch auf Kalkboden in Menge und nicht nur zufällig vorkommt, unterliegt keinem Zweifel. » Ailleurs, dans le même ouvrage, commentant la prétendue toxicité du calcaire à l'égard de certaines espèces, le même auteur déclare que les Sphagnum réputés calcifuges exclusifs, supportent très bien l'arrosement avec de l'eau calcaire.

---

[1] Vallot, *loc. cit.*, p. 187.

[2] Gräbner, *Die Heide*, p. 18.

Examinons maintenant la bruyère au point de vue de la composition chimique du substratum dans lequel elle se trouve enracinée dans notre prairie des Piguet-dessus. La terre du sol, sauf dans sa partie inférieure, ne fait pas effervescence aux acides; toutefois, dans sa partie moyenne, elle renferme d'après l'analyse, 0,113 % de calcaire. Le sous-sol en contient 28,98 %, proportion relativement considérable. Les pieds de bruyère enfoncent leurs racines profondément dans le sol, jusqu'à 30 cm., et bien que nous ne les ayons pas observés dans le sous-sol, ils nous offrent l'exemple très typique d'une espèce réputée calcifuge qui puise sa nourriture dans un sol renfermant une proportion de calcaire qui n'est point négligeable du tout. Il faut encore tenir compte du fait que vu l'inclinaison du terrain, la proportion de carbonate de chaux dissout dans l'eau d'imprégnation du sol doit être augmentée de celle qui provient des parties du sol situées plus en amont et qui descendent en suivant la pente naturelle du terrain.

D'autre part, nous ajouterons que les pieds de bruyère sont en parfait état de développement et ne présentent aucun signe d'anémie ou de faiblesse quelconque. Ils fleurissent et fructifient d'une manière tout à fait normale.

Voyons maintenant les espèces accompagnantes et recherchons toujours d'après Contejean leur calcicolie ou leur calcifugie[1] :

Sur 58 espèces, 43 sont indiquées I, soit à peu près le 74,1 %.

Sur 58 espèces, 8 sont indiquées C, soit à peu près le 13,7 %.

Sur 58 espèces, 6 sont indiquées S, soit à peu près le 10,3 %.

Ces chiffres ne nous disent rien de prime abord et il ne nous semble guère possible d'en tirer des conclusions. Les espèces *indifférentes* formant ici à peu près les trois quarts du total sont celles qui ne sont ni attirées, ni éloignées par le calcaire. Le nombre des espèces réputées calcicoles, resp. calcifuges, est à peu de chose près le même.

---

[1] Voir liste des espèces, p. 370.

Des 8 calcicoles aucune n'est calcicole exclusive,
2 sont calcicoles moins exclusives,
6 » » presque indifférentes.
Des 6 calcifuges, 2 sont calcifuges exclusives,
4 » » presque indifférentes.

Contejean[1] signale un exemple de végétation que l'on peut à certains points de vue rapprocher du nôtre : c'est celui de l'îlot granitique de Ligugé (Vienne), qui à côté d'un certain nombre d'espèces caractéristiques de la silice contient des calcicoles typiques comme : *Helianthemum vulgare*, *Asperula cynanchica*, etc. Après avoir rapporté un cas analogue cité par Braungart[2] où apparaissent pêle-mêle les *Sarothamnus scoparius*, *Orobus tuberosus*, *Aira flexuosa*, etc., puis : *Thalictrum aquilegifolium*, *Arabis hirsuta*, *Orobus vernus*, etc., Contejean donne de cette curieuse association l'explication suivante (p. 75) : *Le sol renferme assez de chaux pour suffire aux calcicoles et n'en contient pas assez pour repousser les calcifuges.*

L'auteur ne donnerait pas cette explication, s'il n'admettait pas préalablement l'influence prépondérante de la chaux en toutes circonstances. Or, nombre de faits prouvent qu'on ne peut résolument accorder à cette base une action aussi considérable. Les nombreuses espèces réputées calcicoles ou calcifuges croissant ici dans un sol riche en chaux, là dans un sol ne renfermant que peu ou point de chaux, ou inversément, en font foi. Que la chaux soit un des facteurs influents dans la distribution des espèces, cela est indiscutable, mais nous ne pouvons la considérer comme le facteur essentiellement agissant, cause de toute distribution.

---

[1] Contejean, *loc. cit.*, p. 74.

[2] Braungart, *Geobotanisch-Landwirtschaftliche Wanderungen in Böhmen.*

Quant au cas qui nous occupe, songerons-nous à expliquer la présence des huit calcicoles et des six calcifuges sur le même terrain, par le fait que les premières y trouvent assez de chaux et que la proportion de cet élément est insuffisante à en écarter les six calcifuges? Nous ne pouvons nous contenter de cette explication!

Essayons maintenant de suivre les espèces accompagnant la bruyère dans notre prairie, dans les localités de la Vallée de Joux où elles apparaissent. A l'exception de Vaccinium uliginosum, Trollius europæus, Succisa pratensis, toutes font partie de la flore des pâturages situés dans les mêmes conditions d'altitude, d'exposition et de siccité. Parmi les dominantes : Potentilla Tormentilla et Hypericum quadrangulum se rencontrent le plus souvent sur les terrains frais, stériles, décalcifiés et très humifères, tandis que Sanguisorba dictyocarpa, Phyteuma orbiculare, Lotus corniculatus apparaissent presque exclusivement sur des sols secs, très peu profonds, reposant sur des assises rocheuses constituées essentiellement par du carbonate de chaux. Carex glauca s'observe aussi fréquemment sur ces terrains-là.

Du reste, la physionomie de notre prairie, Calluna et les trois premières espèces précitées exceptées, est absolument celle des pâturages du versant ouest de la Vallée de Joux.

Alchimilla alpina mérite une mention à cette place. A la Vallée de Joux, elle est absolument fidèle aux sols très secs, très calcaires. On sera toujours certain de la rencontrer sur les pelouses pierreuses, où la couche de terre végétale est très mince et fait parfois défaut. Elle est alors enracinée directement dans les fissures du calcaire délité.

On pourrait en dire autant de Rubus saxatilis.

Et dans notre prairie, ces deux espèces croissent exactement dans le même sol que Calluna vulgaris, Vaccinium uliginosum, espèces réputées très calcifuges. N'y a-t-il pas là de quoi dérouter l'adepte le plus fervent de la théorie chimique.

Thymus chamædrys et Pimpinella saxifraga sont aussi parmi les espèces que l'on observe de préférence sur les terrains fortement calcaires de notre région.

La présence des Vaccinium uliginosum, Trollius europæus, Succisa pratensis jure avec celle des précédentes. A l'altitude de notre prairie, Trollius apparaît essentiellement dans les sols de terre noire profonde et très humide. Vaccinium uliginosum est limité aux seules tourbières, dans les limites de notre territoire. Dans le Jura méridional, nous l'avons toutefois observé en abondance sur les pentes du Montoisey et du Crêt de la Neige, à exposition nord, au-dessus de 1600 m. Quant à Succisa pratensis, c'est aussi une plante des tourbières, du bas-marais surtout, qui affectionne les sols uniformément humides.

⁂

Comme on le voit, nous avons affaire dans cette prairie à Calluna, à une juxtaposition d'espèces très intéressante, qui ne peut s'expliquer par la composition chimique du substratum, puisque nous voyons prospérer sur celui-ci, à la fois et également bien, des espèces habitant à la Vallée de Joux des sols fortement calcaires et d'autre part des espèces plus spéciales à ceux qui n'en contiennent que peu ou pas du tout. La théorie chimique est en défaut.

La théorie de l'influence physique s'applique-t-elle davantage ? Sans être à proprement parler humide, le sol de la prairie est toutefois frais. Et la présence des Vaccinium uliginosum, Trollius europæus, Succisa pratensis pourrait s'expliquer à la rigueur. Mais d'autre part, pourquoi avons-nous les Alchemilla alpina, Sanguisorba dictyocarpa, Rubus saxatilis, Thymus, etc., qui à la Vallée de Joux caractérisent les sols secs et chauds, les pentes sèches à exposition méridionale. Si c'est le facteur humidité qui est surtout actif, l'existence de ces espèces ne s'explique pas, et inversément.

On le voit donc, on ne saurait expliquer non plus la composition du tapis végétal de notre prairie par l'influence physique pure et simple du substratum.

Le problème est plus compliqué qu'il n'y paraît.

La distribution des végétaux à la surface d'un territoire d'une certaine étendue est causée par l'influence des divers facteurs que nous pouvons nommer facteurs biologiques parce qu'en eux se résume l'existence des espèces à la surface du territoire donné. Quand nous considérons un territoire de grande étendue dont les lois d'immigration ont été les mêmes pour la totalité de sa surface, nous pouvons souvent reconnaître quel est le facteur qui, par son action générale prépondérante, est la cause des différences florales qu'il présente. Ainsi par exemple si celui-ci offre une portion siliceuse et une portion calcaire avec des différences de végétation évidentes, toutes autres conditions étant égales d'ailleurs, il est certain que la cause devra en être recherchée dans la diversité de la composition chimique du substratum.

Au contraire, dans une vallée dont le sol présente dans toute son étendue la même composition chimique, les diversités florales que pourront manifester les deux versants devront sans aucun doute être recherchées dans l'influence des facteurs exposition et humidité.

Mais si nous pouvons en certains cas discerner l'action générale et qualitative des divers facteurs biologiques, il n'en est plus de même si nous voulons faire la part exacte, quantitative, qui ressort à chacun.

Si l'on considère une prairie de petite étendue, de quelques centaines de mètres carrés par exemple, la distribution florale est résultante des divers facteurs biologiques agissants, mais nous nous trouvons ici plus encore que précédemment dans l'impossibilité d'expliquer cette distribution florale par l'influence des uns ou des autres facteurs capables d'agir. Dans certains cas particuliers, cela est toutefois possible : ainsi les escarpements de la Dent de Vaulion sont redevables à leur exposition septentrionale et à la fraîcheur du sol qui en résulte de la florule spéciale qu'ils possèdent, consistant en : Saxifraga oppositifolia, Pinguicula alpina, Gymnadenia odoratissima, etc. Mais habituellement, les causes premières de la distribution florale à la surface d'une prairie nous échappent pour ainsi dire complètement.

La prairie à bruyère dont l'association spécifique est en tous points si intéressante est dans ce cas. Cette association n'est point l'effet du hasard ; sans aucun doute elle a été provoquée par des causes locales — résultant des facteurs biologiques — mais qui nous échappent par leur subtilité.

Il ne nous est pas possible de tirer aucune conclusion de notre petite étude. Elle est simplement un fait d'observation destiné à montrer combien peu les théories générales trouvent leur vérification dans les faits locaux et combien peu nous sommes avancés dans la connaissance des rapports intimes qui existent entre le sol envisagé sous ses divers éléments et la végétation qui le recouvre.

Solliat (Vallée de Joux), mars 1903.

Observation relative à un cas de miméthisme

(BLEPHARIS MENDICA)

par **E. BUGNION**

(Pl. I.)

Les faits de miméthisme nous intéressent surtout par les questions qu'ils font naître. Nous voyons bien la ressemblance qui associe par exemple un insecte avec une plante, nous comprenons sans peine les avantages qui en résultent au point de vue de la protection de l'espèce, mais dès que, remontant aux causes, nous cherchons à expliquer *l'origine* de cette ressemblance, la difficulté du problème se fait immédiatement sentir.

Faut-il admettre une survivance des individus les mieux protégés, une adaptation graduelle poursuivie pendant des milliers de siècles ? Peut-on parler du hasard ? Peut-on invoquer des forces aveugles ? Mais alors pourquoi ces forces auraient-elles agi sur certains types seulement et non pas sur tous ? Et pourquoi, à côté des formes miméthiques parfaites, ne trouve-t-on pas des essais plus ou moins réussis, en voie d'ébauche ou de formation ?

Faut-il faire intervenir une puissance supérieure qui choisirait certains êtres, qui dirigerait l'évolution en vue d'un perfectionnement final ? Et si cette puissance existe (ce que nous croyons volontiers), quelles sont ses relations avec la matière et par quels procédés la façonne-t-elle ?

Incapables de répondre, nous ne pouvons qu'enregistrer des faits qui nous étonnent et admirer des dipositions dont le secret nous échappe encore.

La photographie ci-jointe (pl. I) se rapporte à une nymphe ♀ de *Blepharis mendica* Fab., orthoptère de la famille des Mantides (sous-fam. Empusidæ), observée à Biskra en Algérie, le 15 janvier 1903, sur la *Thymelia*. *Thymelaea* ou *Passerina microphylla*.

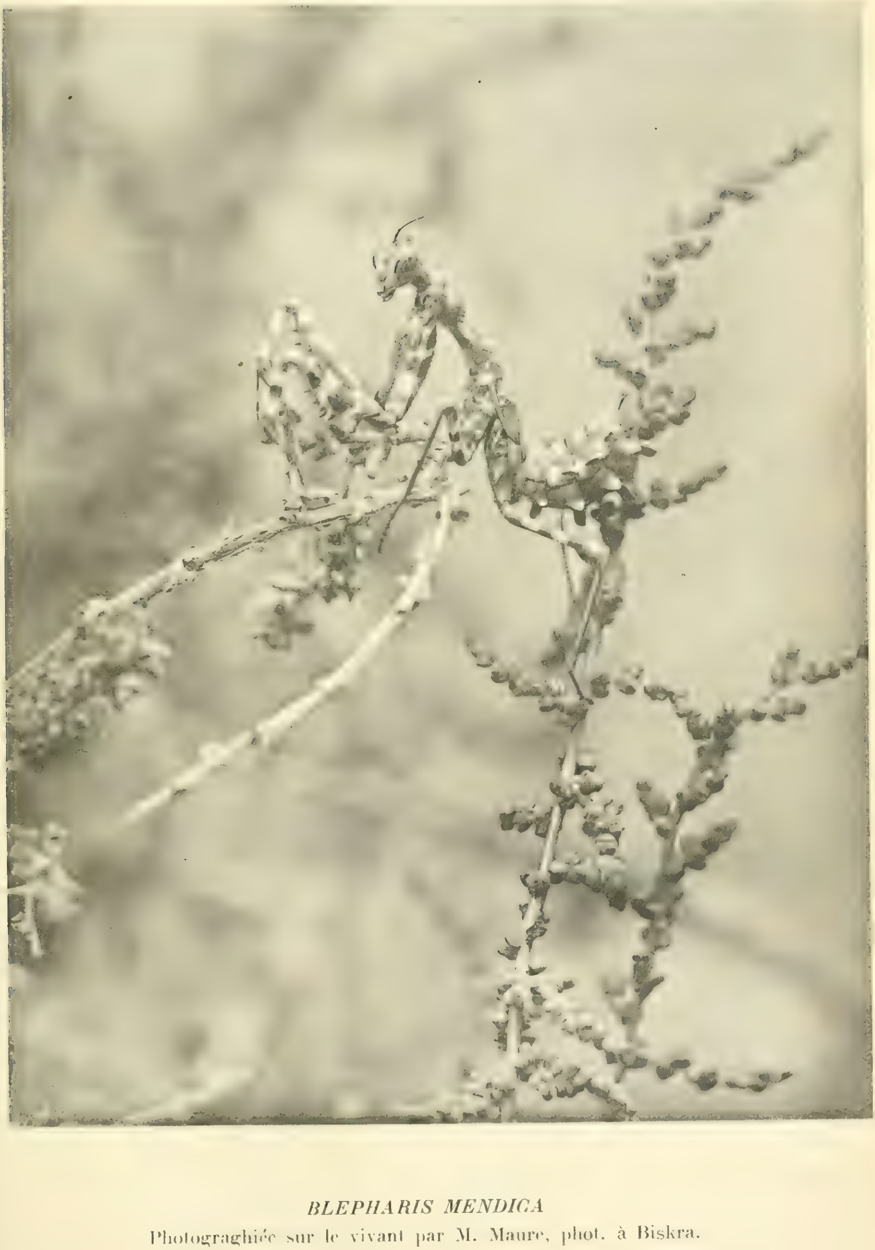
La T. microphylla, plante herbacée de la famille des Thymélées (Daphnoïdes) a des fleurs jaunes presque imperceptibles et de petites feuilles charnues, simples, en forme d'écailles, serrées autour des tiges, offrant quand elles commencent à se dessécher un mélange de parties vertes et de parties blanches ; il y a un piqueté blanchâtre tranchant sur un fond vert.

La B. mendica a une coloration absolument semblable, verte avec un mélange de taches blanches. L'insecte porte en outre sur les bords de l'abdomen, ainsi que sur les cuisses médianes et postérieures des expansions membraneuses qui rappellent exactement les petites feuilles rondes de la plante qu'elle affectionne. Enfin la forme générale et l'attitude de cette mante (caractérisée par une certaine raideur) la font ressembler si complètement aux rameaux de Thymelia à demi desséchés, lorsque l'insecte est posé dessus, raidi, immobile, avec son abdomen relevé, qu'une personne même prévenue de sa présence a beaucoup de peine à le découvrir. Et pourtant l'individu observé, bien qu'encore à l'état de nymphe (à élytres courts), ne mesurait pas moins de 4 $^1/_2$ cm. de longueur sans compter les pattes. [1]

La relation qui rattache la B. mendica à la T. microphylla étant ainsi bien établie et avérée, on peut conclure de ces faits que la couleur, la forme et l'attitude de la Blepharis se sont adaptées ou ont été adaptées à celles de la Thymelia et que, guidé par son instinct, l'insecte se pose sur cette plante à l'exclusion de toutes les autres. C'est là en effet que, dérobée aux regards, la mante

---

[1] L'insecte, en faction sur son buisson préféré, a été remarqué d'abord par M. F. Malméjac, pharmacien aide-major, qui avait bien voulu m'accompagner à cette promenade.



BLEPHARIS MENDICA

Photograghiée sur le vivant par M. Maure, phot. à Biskra.

de Biskra attend en sécurité les mouches, papillons, etc., dont elle fait sa proie et les saisit au passage par un mouvement brusque de ses longues pattes antérieures.

Je dois la détermination de cette intéressante espèce à l'obligeance de M. A. Finot, à Fontainebleau, et celle de la plante qu'elle habite à l'amabilité de lord Walsingham, naturaliste anglais, qui séjournait à Biskra en même temps que moi. La photographie, très bien réussie, faite par M. Maure, représente l'insecte vivant, posé sur son rameau et vu de profil.

Les couleurs si fraîches de la Blepharis s'altèrent malheureusement après la mort, si bien que mon exemplaire est maintenant presque noir. Je l'avais gardé quinze jours en captivité et nourri avec des mouches. Un deuxième individu, capturé en février, n'était pas tout à fait du même vert, mais d'un vert testacé, mélangé de blanc.

La B. mendica a été décrite par Fabricius, *Syst. ent.*, 1775, et souvent figurée dès lors. Voyez : Stoll, *Spectres et Mantes*, 1815 T. 12 (fig. 47 ♂) ; Brullé, *Hist. nat. ins.* (pl. 6, fig. 1 ♀) ; Savigny, *Descr. de l'Egypte*, 1828 (pl. 1, fig. 8 ♂ ♀ et larve) ; Serville, *Hist. nat. des Orthopt.*, 1830 ; de Saussure, *Mél. Orthopt.*, 1863-78.

Ce bel insecte, facile à reconnaître par son pronotum court et gibbeux et par ses pattes irrégulièrement annelées, se trouve dans l'Afrique septentrionale : Egypte, Nubie, Choa, Algérie, Tunisie ; dans les îles Canaries et aussi en Syrie. Le mâle se distingue par ses antennes pectinées dans leur partie apicale.

M. Finot, auquel je dois ces renseignements, en donne une description détaillée dans ses *Orthoptères d'Algérie*, Ann. soc. ent. de France, 1895, p. 109.

Quant à la T. microphylla, elle forme des touffes épaisses, hautes de 60 à 80 cm. environ, qui abondent sur les collines pierreuses au nord de Biskra. Ses feuilles, succulentes, à saveur un peu salée, sont recherchées par les chameaux. C'est sur la même plante que se trouve un joli curculionide, le *Lissotarsus alboguttatus*, observé par M. Henri Brisout (surtout entre 6 et 7 h. du soir, d'après une indication de M. Bedel).

Une autre espèce de Thymelia m'a paru se distinguer par sa couleur d'un vert plus foncé tirant sur le rouge.

On voit par ce qui précède que la B. mendica est connue depuis longtemps et qu'elle a été plusieurs fois décrite. La relation de ressemblance qui lie cette espèce à la T. microphylla n'avait en revanche pas été signalée et méritait, nous semble-t-il, de faire l'objet de cette notice. Reste à rechercher si la Thymelia sud-algérienne se retrouve avec la Blepharis en Syrie, aux Canaries et dans l'Algérie du nord.

NOTE

SUR LA CONSTITUTION PHYSIQUE DE L'ATMOSPHÈRE

PAR

L. MAILLARD

(Pl. II.)

Le fait capital mis en évidence par les ascensions des ballons-sondes est l'énorme décroissement de la température à des altitudes relativement faibles, si on les compare à la hauteur totale de l'atmosphère. Les enregistreurs ont donné :

$t = -20^\circ$	pour $z =$ 4 ou 5 km.
-30	6 ou 7
-40	8
-50	9
-60	10 à 10,5
-66	10,6, etc.

Le *gradient thermique* $\frac{dt}{dz}$ varie de la manière suivante, pour une variation d'altitude de 100 m. :

$\frac{dt}{dz} = -0^\circ{,}1$	pour $z =$ 1 km.
$-0^\circ{,}5$	4
$-0^\circ{,}7$	8
$-0^\circ{,}8$	10
-1°	11, etc.

La variation du gradient est assez régulière ; sa valeur numérique s'approche beaucoup de celle que donne pour le refroidissement par détente adiabatique la formule :

$$dt = -\frac{1}{3{,}484} \cdot \frac{M}{R} \cdot dz = -0^\circ 98.\ dz,$$

d'où $$\frac{dt}{dz} = -0^\circ 98 \text{ pour } 100 \text{ m}.$$

(R, constante tirée de la relation de Mariotte : $pv = R.T$, a pour valeur 84570 ; M est le poids moléculaire moyen de l'air, savoir 28,9 ; $T = 273 + t$). D'après Le Chatelier, la valeur de M décroît, pour les gaz de l'atmosphère (oxygène et azote tout au moins), avec la température absolue T, de sorte que

$$M.\,c_p = 6{,}6 + 0{,}001\ T.$$

(c_p, chaleur spécifique de l'air correspondant à une pression constante p.) Dès lors, la diminution de température serait :

Pour $z =$	et $t =$	$\frac{dt}{dz} =$
10 km.	— 55°,	— 0°99
20 »	— 144°,	— 1
	— 273° (T = 0)	— 1,02 par 100 m.

On peut dire que sur ce point la théorie et l'expérience concordent.

D'après MM. Teisserenc de Bort et Assmann, il existe, de 11 à 15 km., des zones isothermes indiquant des courants qui relèvent d'une manière très sensible la température. Ces courants une fois dépassés (les ballons ont atteint jusqu'à 22 km.), la température tombe de nouveau.

Les observations permettent déjà de trancher entre la théorie cinétique des gaz et celle de Fourier, d'après laquelle la température minimum de l'atmosphère serait égale à la plus basse température terrestre, — 50 ou — 60° (En Sibérie, on a observé — 70°). La théorie cinétique l'emporte, puisqu'il a été enregistré — 144° à 22 km.

On ne voit pas bien pourquoi le décroissement de température viendrait à cesser tout d'un coup, alors qu'on s'éloigne de plus en plus de la Terre, relativement chaude, pour se rapprocher du froid des espaces interplanétaires ; il semble, au contraire, que le froid des espaces doive pénétrer de plus en plus facilement dans des couches d'air dont les pressions diminuent rapidement à mesure qu'on s'élève. La force élastique de l'air ne devenant nulle que pour $t = -273°$, il faudrait, si l'on veut supposer que la température de l'espace est moins basse, admettre que l'atmosphère peut s'étendre librement jusqu'à la limite où la pesanteur et la force centrifuge due à la rotation de la terre se font équilibre, et cette limite. Laplace a calculé qu'elle est située à une hauteur de plusieurs rayons terrestres. La conception d'une atmosphère *sensible* de 15 à 20000 km. d'épaisseur n'est guère soutenable si l'on songe à la valeur numérique de la pression totale, et si l'on compare d'ailleurs l'atmosphère terrestre à celle des autres planètes. Au surplus, cette température $t = -273°$, pour basse qu'elle soit, n'a rien d'extraordinaire, puisqu'il s'en faut de quelques degrés seulement qu'elle soit atteinte dans des expériences de laboratoire[1]. MM. Moissan et Dewar ont montré récemment (Comptes rendus de l'Académie des sciences, 30 mars 1903), que des réactions chimiques peuvent subsister à — 252°5, en obtenant à cette température des combinaisons du fluor solide et de l'hydrogène liquide. D'après les calculs de Zöllner, Langley, Very, G. Müller, Christiansen, basés sur la mesure de la fraction de lumière solaire réfléchie par les planètes (*Albedo*), on estime les températures moyennes de celles-ci aux chiffres suivants :

---

[1] On a solidifié l'hydrogène à — 258°.

Vénus 65° (côté du Soleil) ;
Mars — 37 ;
Jupiter — 147 ;
Saturne — 180 ;
Uranus — 207 ;
Neptune — 221 ; et M. Langley a démontré que la température absolue de l'espace peut être sans erreur appréciable considérée comme nulle. Les travaux tout récents de M. Pellat sur la détermination du « zéro absolu » au moyen du thermomètre normal à hydrogène, lui ont donné une correction additive de 0°1 seulement ; d'après lui, il faudrait poser

$$T = 273^{\circ}1 + t.$$

Quant à l'effet de la radiation solaire sur le relèvement de la température, on sait qu'il est sensible surtout dans le voisinage immédiat de la surface de la Terre, et qu'à 300 m. déjà il n'atteint plus que la moitié de sa valeur au niveau du sol.

Or, si l'on admet un décroissement continu de la température, le zéro absolu est atteint dès 38 km. d'altitude, alors que la hauteur de l'atmosphère dépasse certainement 400 km. Il semble donc indiqué de supposer que le décroissement, d'abord rapide, se ralentit quand la température se rapproche du zéro absolu, ce que montre le premier graphique.

La formule tirée des lois de Boyle-Mariotte et de Gay-Lussac donne

$$(1) \qquad \varrho = \frac{273p}{760\,(273 + t)}.$$

(ϱ, densité ; p, pression en mm. de mercure ; $273 + t = T$.)

Observons qu'elle devient insuffisante quand p et T sont très voisins de zéro. A la limite, elle donne $\varrho = \frac{0}{0}$, indétermination, alors qu'elle devrait donner $\varrho = 0$

Il serait aisé de corriger les termes de la formule en procédant, par exemple, comme suit : Si z est l'altitude considérée, on a

$$t = \varphi_1(z) \text{ ; d'autre part } p = f(t), \text{ donc}$$

$$p = \varphi_2(z) \text{ ; ainsi}$$

$$\varrho = \frac{\varphi_1(z)}{\varphi_2(z)}. \tag{2}$$

On peut imaginer sans peine des fonctions φ_1 et φ_2 qui satisfassent aux données du problème. Mais ces données sont encore incertaines, et pour utiliser valablement la formule (2), il faudrait connaître mieux les modifications que doit subir avec l'altitude la constitution physique de l'atmosphère. A ce point de vue, les expéditions des ballons-sondes seront fort utiles ; mais des expériences de laboratoire seront nécessaires ; on aurait à y étudier l'air en faisant *diminuer* la pression avec la température. Ce serait un moyen de vérifier l'intéressante hypothèse de Biot, remise au jour par M. Wilfrid de Fonvielle[1].

Quoi qu'il en soit, si l'on veut admettre que la formule (1) subsiste, avec une approximation suffisante pour donner une relation quantitative approchée entre p, ϱ et T, on obtient alors les curieux résultats suivants :

Si $z =$	et $p =$,	on a p^r^ $t =$,	$\rho =$	pour $t =$,	$\rho =$	p^r^ $t =$:	$\rho =$
0 km.	760 mm.	0°	1	0°	1	0°	1
5	405	— 25	0,58	— 25	0,58	— 25	0,58
10	216	— 60	0,36	— 60	0,36	— 50	0,35
25	115	— 75	0.21	— 75	0,21	— 60	0,19
10	61	— 120	0,14	— 120	1,14	— 75	0,11
30	17,7	— 220	0,12	— 160	0,04	— 120	0,04
40	5	— 260	0,14	— 240	0,05	— 200	0,02
50	1,5	— 270	0.17	— 270	0,17	— 250	0,02
60	0,5	— 272	0,17	— 272	0,17	— 272	0,17
70	0,15	— 272,6	0,21	— 272,6	0,21	— 272,6	0,21
80	0,03	— 272,9	0,10	— 272,9	0,10	— 272,9	0,10

---

[1] V. Comptes rendus de l'Académie des Sciences du 30 mars 1903.

Notons en passant que

1° les valeurs de p sont données par la formule

$$\lg p_2 = \lg p_1 - \frac{z}{18,4}$$

et nous avons montré précédemment que ces valeurs sont vraisemblablement trop faibles ;

2° avec des valeurs de p plus grandes, la variation de ϱ s'accentue ; de même si les températures réelles sont inférieures à celles que nous avons adoptées, ce qui est probablement le cas. En effet, par suite du défaut de ventilation du thermographe, la température enregistrée pendant les ascensions des ballons-sondes est trop haute ; cette erreur systématique augmente avec l'altitude, comme l'ont démontré MM. Assmann et Hergesell ;

3° enfin M. Dewar a fait observer que, d'après la loi de Dalton, chacun des gaz qui composent l'air doit avoir, à une hauteur et à une température données, la même pression que s'il était seul, *la pression décroissant d'autant moins vite, toutes choses égales d'ailleurs, que la densité est plus faible.* Le savant anglais en conclut que dans la haute atmosphère, il ne doit plus rester que des traces d'oxygène et d'azote, probablement à l'état liquide, avec des gaz plus volatils, parmi lesquels l'hydrogène. (V. *Revue générale des sciences*, du 30 janvier 1903, p. 100-101.)

Ainsi, à mesure qu'on s'élève, la pression atmosphérique diminue ; de ce chef, la densité de l'air *diminuerait* si la température restait constante ; mais quand l'altitude augmente, la température s'abaisse, d'où il suit que la densité *croîtrait* si la pression restait constante. Le calcul ci-dessus montre que, des deux facteurs p et T, qui influent en sens contraire sur la variation de la densité ϱ, c'est, à une certaine hauteur, la diminution de T qui l'emporte ; la densité de l'air, après avoir diminué jusqu'à 30 ou 50 km., augmenterait ensuite de 60-80 km. Les strates supérieures, de densité plus forte, ne peuvent se maintenir qu'à l'état d'équilibre instable ; elles tendent à descendre et à se dilater, tandis que les couches immédiatement inférieures, plus légères, tendent à s'élever et à se condenser. Il s'en suit que l'ensemble tend vers une position d'équilibre stable, par des courants verticaux, les uns descendants, les autres ascendants, ou des tourbillons à axe vertical. Au-dessus, dans la région isotherme à très peu près, la détente continue ; la densité décroît alors régulièrement avec la pression.

La conclusion serait donc que la densité de l'air n'est nullement négligeable jusqu'à la hauteur de 60 à 80 km., et que de 30 à 80 km. l'équilibre de l'atmosphère est instable.

Ajoutons que si le froid produit une inversion des densités, celle-ci est facilitée par la diminution de la pesanteur avec l'accroissement de l'altitude. Soit $g = 9{,}8088$ l'accélération due à la pesanteur à l'altitude 0 et à la latitude de Paris ; soit g_z cette accélération à l'altitude z, la latitude restant la même. On a :

$$g_z = \left(\frac{R}{R+z}\right)^2 \cdot g = \frac{1}{1 + \frac{2z}{R} + \frac{z^2}{R^2}}\, g,$$

(R, rayon de la Terre)

ou, en négligeant $\left(\frac{z}{R}\right)^2$:

$$g_z = \frac{1}{1 + \frac{2z}{R}} \cdot g.$$

Il en résulte que l'équilibre stable de l'atmosphère s'établirait même si la densité croissait légèrement comme suit :

au niveau de la mer, $\varrho = 1$
à 80 km., 1,025
à 200 km., 1,06.

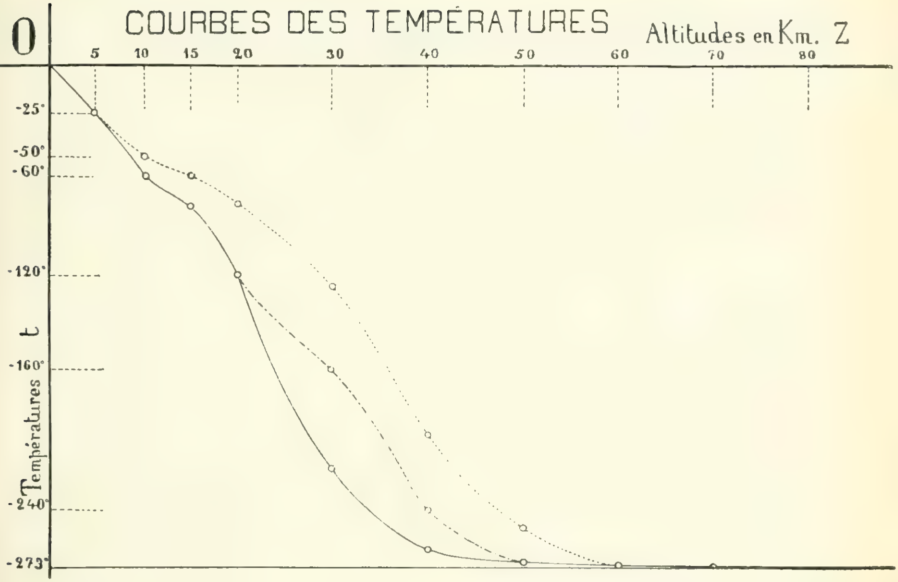
Voir les courbes des densités dans l'hypothèse ci-dessus (pl. II, fig. 2). Signalons en passant l'analogie que présentent ces courbes avec celles de MM. Sarrau et van der Wals (relations entre les volumes et les pressions dans les gaz réels).

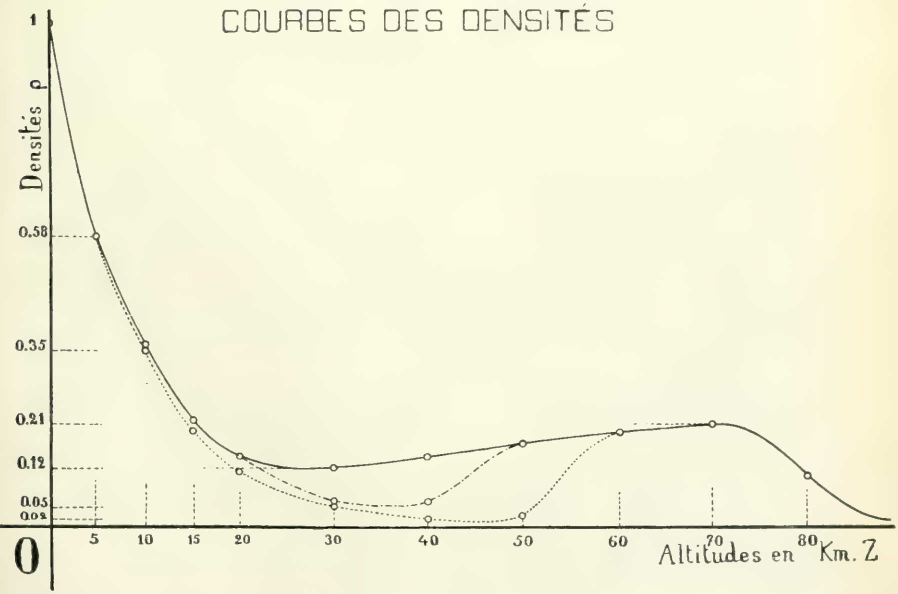
⁂

Examinons maintenant comment l'hypothèse se comporte devant les faits d'observation.

D'abord, le chiffre de 60-80 km. que nous avons trouvé n'est pas indifférent. C'est celui qu'on obtient en calculant la hauteur de l'atmosphère d'après la durée du crépuscule. Le calcul, connu depuis longtemps, donne en effet 75 km., alors que — nous le répétons — l'atmosphère en compte au moins 400. Pourquoi deux résultats si différents ? On pourrait dire que la lumière solaire, traversant au-dessus de 75 km. la région isotherme de l'atmosphère, les rayons lumineux y sont beaucoup moins réfléchis, et pour la plus grande partie absorbés par l'épaisse couche sous-jacente.

2° Dans un travail que Charles Dufour présentait en février 1885, le regretté maître constatait que les lueurs crépusculaires de 1883-1884, dues à l'éruption du Krakatoa (août 1883), durèrent plus d'une année. Il détermina la hauteur de ces lueurs « en admettant, ce qui du reste paraissait incontestable, qu'elles étaient produites par des particules éclairées par le soleil. On pouvait bien admettre aussi que cet éclairement était direct et non produit par une série de réflexions ; car il semble qu'alors le phénomène aurait présenté de plus grandes variations d'un jour à l'autre, et surtout que le rouge aurait été moins intense. » Ch. Dufour trouva, après trois déterminations différentes, une altitude de 70-74 km. qu'il faut considérer, dit-il, comme un minimum. « Et cela d'autant plus que j'ai


COURBES DES TEMPÉRATURES


COURBES DES DENSITÉS

pris pour la fin du phénomène l'instant où la vive couleur rouge avait disparu ; mais peu après, en y faisant attention, on voyait encore quelques lueurs qui provenaient peut-être d'un éclairement par réflexion, ou peut-être aussi de ce que quelques éléments de la substance qui les produisait étaient plus élevés que les autres [1]. »

Il paraît difficile d'admettre que des particules de matières, projetées de la Terre, puissent séjourner pendant plus d'une année à une telle hauteur, si la densité de l'air n'y est pas sensiblement plus forte qu'on ne le suppose ; d'autre part, est-ce par un simple hasard que dans leur ascension ces poussières se sont arrêtées vers 75 km ? C'est à cette altitude que se produirait, d'après les calculs, la plus forte inversion de la densité ; d'ailleurs, les courants ascendants et descendants permettraient aux particules de se maintenir beaucoup plus longtemps que dans une couche d'air en équilibre.

3° Lord Ramsay a signalé la présence du crypton dans les régions supérieures de l'atmosphère ; or, le crypton est un gaz lourd; son poids atomique est 81,8 (hydrogène, 1 ; — oxygène 16 ; azote 14 ; argon 39,9). Quelle que soit la cause de sa présence à des hauteurs qui dépassent 100 km., il n'y saurait demeurer en permanence si la densité de l'air n'y conservait des valeurs appréciables.

4° Les étoiles filantes apparaissent à des altitudes variant de 110-150 km., et dépassant parfois 200 km. Il doit donc s'y trouver de l'air assez dense pour que le frottement porte ces météores à l'état incandescent. D'après M. Radau, « pour le moment de la disparition, on trouve des hauteurs variant de 60 à 100 km., en moyenne 80 km. » Encore ce chiffre. On pourrait croire que le frottement contre des couches d'air agitées et relativement denses active dans ces régions la combustion des météores.

---

[1] De son côté, Helmholtz avait trouvé 65 km. ; d'autres observateurs étaient arrivés à des chiffres se rapprochant de ceux-là.

5° En ce qui concerne la couleur de l'atmosphère, deux thèses se soutiennent : la théorie physique, d'après laquelle l'azur serait dû à des phénomènes de diffraction, accompagnée de réflexions et de réfractions de la lumière sur des particules solides et des gouttelettes de vapeur ayant des dimensions extrêmement petites ; d'après lord Rayleigh, ces dimensions devraient être inférieures à 35 cent-millièmes de millimètres. Moins il y a de poussières dans l'air, plus la clarté du jour est faible, plus les ombres sont crues. La théorie chimique, au contraire, qui a été présentée d'une manière séduisante par M. Spring, de Liège, lors de la dernière session de la Société helvétique des sciences naturelles, soutient que le bleu du ciel serait la couleur propre de l'air, qui la tiendrait notamment de son oxygène ; on n'attribue plus ainsi au trouble de l'atmosphère d'autre rôle que celui de l'illumination du jour [1].

Les deux théories se heurtent à des difficultés mises en pleine lumière, pour chacune, par les partisans de l'autre. Elles ne paraissent cependant pas inconciliables : il est certain que les poussières de l'air sont un facteur important du problème ; il est admissible, d'autre part, que l'atmosphère, abstraction faite des poussières qu'elle contient, a une couleur propre, et que cette couleur est celle de l'air liquide.

Soit dit en passant, il est possible d'obtenir des renseignements sur l'intensité du bleu à de grandes altitudes en munissant les ballons-sondes d'un enregistreur spécial, le *cyanographe*. dont le dispositif serait à peu près ceci : du papier au gélatino-bromure enroulé sur un cylindre enfermé dans une enveloppe métallique munie d'une fente ; au-devant de la fente, un filtre bleu (ne laissant donc passer que les rayons bleus et violets) ; le cylindre est actionné par un mouvement d'horlogerie ; les diverses parties passent successivement devant l'ouverture, et sont plus ou moins impressionnées suivant les hauteurs ; elles s'enroulent à mesure sur un second cylindre identique au premier. Ces impressions seraient comparées à celles de sources terrestres. D'après la théorie chimique et surtout si l'on admet, avec Biot et M. de Fonvielle, l'existence d'une couche d'air liquide aux confins de l'atmosphère, il semble que l'intensité du bleu devrait augmenter à mesure qu'on se rapproche de cette couche, et qu'elle devrait plutôt diminuer, d'après la théorie physique, à mesure qu'on s'élève, les poussières devenant plus rares. Ajoutons que si la théorie physique est seule vraie, le ciel doit paraître d'autant plus bleu que l'air contient plus de particules [1]. A ce point de vue, j'ai cherché à comparer la variation annuelle de la fréquence des météores avec la variation annuelle de l'intensité du bleu céleste. Juillet et août présentent un maximum bien marqué, avec le 50 % des étoiles filantes apparues dans l'année entière (d'après 60 ans d'observations) ; des minimums se placent en hiver et au printemps. D'autre part, le bleu le plus pur se montre en janvier ; le ciel est presque aussi pur en automne et au printemps, tandis que l'été a un ciel plus blanc. Il n'y a donc pas de concordance marquée.

---

[1] Voir aussi l'opinion de M. le prof. Heim dans *Die Fahrt der Wega über Alpen und Jura :* p. 75-78.

Je n'insiste pas et je ne conclus pas, n'ayant nullement la prétention de trancher en quelques mots une question extrêmement complexe et qui a mis aux prises les plus grands savants. Je remarque seulement ceci : M. Spring n'accorde aux particules ou poussières de l'air qu'une hauteur maximum très faible (quelques kilomètres) ; les courants verticaux leur permettent d'atteindre des altitudes beaucoup plus considérables. De son côté, la théorie chimique a besoin de supposer que la densité de l'air reste assez forte sous une grande épaisseur.

---

[1] Cette variation, toutefois, doit être influencée par le fait que la diffusion est d'autant plus faible que la couche d'air traversée est moins épaisse, d'où une forte perte de lumière et de couleur.

6° Ces résultats auraient pour conséquence de modifier les idées actuelles sur les réfractions astronomiques. On sait qu'il existe au moins deux douzaines de théories sur ce sujet ; elles sont basées sur des hypothèses diverses qui lient la densité de l'air et l'altitude, ou la température et l'altitude, ou la densité et la température, etc. Les tables qu'on en déduit sont sensiblement d'accord pour les distances zénithales qui ne dépassent pas 80° ; pour les réfractions qui s'opèrent plus près de l'horizon, on constate que les théories diffèrent de plusieurs minutes, soit entre elles, soit avec les résultats des observations. Toutes supposent que la densité de l'air décroît sans cesse, les différences portant sur la loi de ce décroissement. Cela revient à dire que la trajectoire d'un rayon lumineux venant d'un astre est constamment convexe vers le zénith ; nous supposerions une courbe plus compliquée, présentant une partie sensiblement rectiligne, ou même une concavité vers le zénith, pour les couches s'étendant entre 50 et 80 km.

Nous nous proposons de revenir sur ce point, assez important pour mériter une étude spéciale.

NOTES

SUR

L'ÉLEVAGE DES PHYLLIES

PAR

W. MORTON

(Pl. III.)

Un des cas de ressemblance protectrice des plus frappants et des plus intéressants chez les insectes est bien sans contredit: *La Feuille Errante* ou *Phyllie*, de l'ordre des orthoptères, qui imite à s'y méprendre le feuillage de certains arbres. La côte, les nervures, la forme et la couleur du végétal sont absolument calquées, si bien que les yeux les plus excercés ont grand'peine à les distinguer du feuillage.

Il y en a une vingtaine d'espèces connues actuellement, habitant presque toutes des îles. *Ceylan* et les *Seychelles* en comptent le plus grand nombre d'espèces; ensuite viennent les îles Fiji, Bornéo, Java, Céram, Célèbes, la Nouvelle-Guinée, les Philippines, etc.

A Ceylan, elles se nourissent des feuilles du thé, du Cacaotier, du Goyavier et de certaines espèces de Citronniers et de Limoniers.

Mais nous ne nous occuperons que d'une espèce originaire de Ceylan : la *Phyllium Scythe* (Gray) dont je fis venir 150 œufs que je reçus le 20 mars 1902.

L'œuf, d'une longueur de 4 mm., est un petit cylindre, entouré d'une enveloppe surmontée de cinq côtes ou arêtes, le tout de couleur brun jaunâtre. (Pl. III, fig. 2.)

Cette enveloppe, surtout entre les côtes, ressemble à la texture des graines de certains végétaux, soit celles de *Mirabilis* et de *Conium* (Dr A. Griffini : Sur les Phyllidae) avec lesquelles l'œuf peut très bien se confondre.

A l'une des extrémités se trouve un petit couvercle, se terminant par une pointe, que la larve détache en sortant et qui laisse voir une ouverture absolument circulaire.

Les œufs de Phyllie ont été importés en Europe et étudiés par *Murray*, *Henneguy*, *Lucas*, *Joly*, *van Hesselt* et d'autres savants. Brongniart seul a réussi à en faire éclore et à élever les larves. Sitôt que je les eus reçus, les œufs furent placés sur du sable fin dans une boîte couverte par une feuille de papier buvard épais. La boîte fut mise dans une cage en treillis, dans une serre, dont la température normale varie entre 18 et 20° C., et le papier buvard humecté chaque jour, afin de donner aux œufs, sans les mouiller, une certaine humidité.

La première éclosion eut lieu le 28 avril. La larve, de couleur rouge vineuse, mesurait 1 1/2 cm. de longueur et était très bien constituée. Très vive, elle ne cessait de parcourir les parois de sa cage. Ne sachant que lui donner à manger, j'essayai de lui présenter les feuilles de toutes sortes de végétaux, parmi lesquelles celles du Hètre pourpre et du Hètre dentelé. Les larves se mirent heureusement à manger ces feuilles, à la façon des chenilles, quoique plus rapidement, c'est-à-dire en prenant la feuille entre leurs pattes et en rongeant de haut en bas.

Les éclosions continuèrent à se faire, quoique très irrégulièrement, jusqu'à la fin du mois d'août.

Une huitaine de jours environ après son éclosion, la larve passe du rouge au rose, puis au jaune verdâtre, et vers le quinzième jour, elle devient verte ; on a alors de la peine à la distinguer des feuilles où elle est blottie.

Vers la fin de mai, je constatai la première mue.

Pour muer, la larve reste fixée sur une feuille pendant deux ou trois jours sans prendre de nourriture, puis la peau de son dos se fend dans la région thoracique et le nouvel être sort de sa dépouille sans la déchirer.

Ces mues se répètent environ toutes les cinq à six semaines. Les deux dernières, c'est-à-dire celles qui ont lieu avant l'éclosion de l'insecte parfait, sont très curieuses et l'on se demande comment l'animal peut, avec tous ses appendices, se retirer de son enveloppe, sans la retrousser. Il faut donc que les téguments chitineux soient momentanément très souples pour pouvoir se plier comme il convient. La larve mange en général, en grande partie ou en entier, la dépouille qu'elle abandonne.

Après les premières mues, de nouvelles formes se dessinèrent peu à peu.

J'ai pu observer que les unes prennent une forme allongée, étroite, et montrent très peu d'expansion lamelleuse aux pattes antérieures. Les autres, en plus petit nombre, s'élargissent et leurs pattes antérieures prennent un énorme développement. Ce sont là des différences sexuelles, car les premières phyllies deviennent des mâles, et les secondes des femelles.

Après leur éclosion, les larves furent mises dans une cage de verre, chauffée par un thermo-siphon, cage dans laquelle la température fut plus constante, c'est-à-dire ne descendant pas au-dessous de 20° C.

Les branches furent bassinées ainsi que le sable garnissant le fond de la cage, avec de l'eau tiède, deux ou trois fois par jour, afin d'obtenir, autant que possible, la chaleur humide des tropiques.

Le 31 août, une des premières larves écloses, à corps étroit, se transforma en insecte parfait. C'était bien un mâle ; puis j'obtins encore une vingtaine de sujets.

Chez le mâle, la longueur totale de la tête à l'anus varie suivant les individus entre 4 ½ et 5 ½ cm. La *tête*, quadrangulaire, est lisse sauf une petite élévation formée par trois tubercules réunis et se trouvant un peu en arrière, derrière les yeux. Ces derniers sont globuleux et très proéminents.

Les *antennes* ont près de 3 cm. de longueur et sont formées de 18 segments dont les trois derniers sont en général recourbés ; elles sont recouvertes de poils blancs très fins et perpendiculaires. L'insecte porte ces antennes tantôt droites, tantôt en arrière.

Le *prothorax*, cordiforme, est plus étroit que la tête.

Le *mésothorax* porte deux ailerons de 9 mm. de long, et chaque aileron est composé d'une partie hyaline interne et d'une partie opaque externe, séparées en longueur par une forte côte.

Le *métathorax* porte deux grandes ailes transparentes arrondies à leur extrémité. et d'une extension de 4 cm. chacune, ce qui permet à l'insecte mâle de voler avec la plus grande facilité.

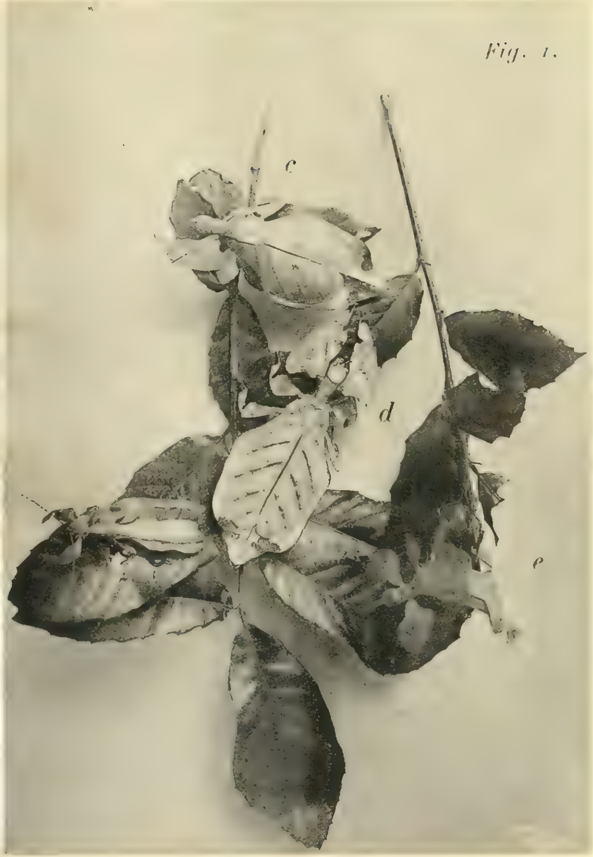
La partie antérieure des ailes est seule tachetée légèrement de jaune et de brun. Repliées, elles atteignent tout juste la longueur du corps. Les expansions de l'abdomen, très étroites à la base, s'élargissent brusquement, et l'ensemble reproduit la forme d'une guitare.

De chaque côté du quatrième segment de l'abdomen se trouve une tache circulaire transparente, entourée d'un anneau brun. L'extrémité de l'abdomen se termine par une proéminence bifide. L'*abdomen* lui-même est vert tirant sur le jaune. Les expansions lamelleuses des pattes antérieures ne sont pas très fortes ; on peut en juger par la planche ci-contre (Pl. III, fig. 3, *a, b*), elles n'ont pas le quart des expansions des pattes de la femelle.

A l'exception de la face externe des cuisses des deux premières pattes, qui est colorée en vert, le reste de ces appendices, ainsi que les autres pattes, est brun, tacheté de jaune ou de rouille.

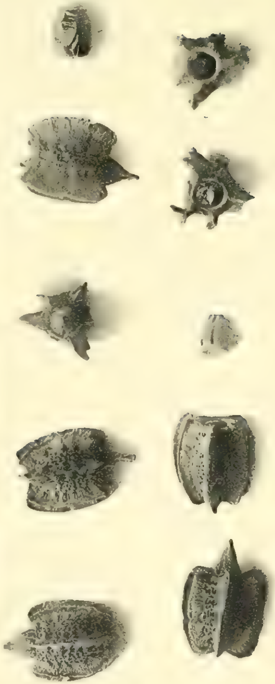
Les ♂ ne vivent pas aussi longtemps que les ♀ ; après

Fig. 1.



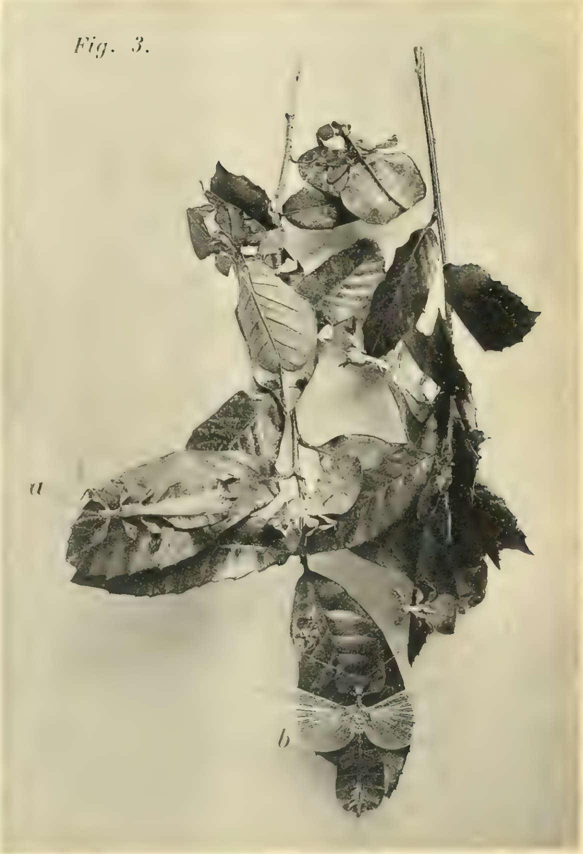
Insectes parfaits, femelles
$\frac{1}{7}$ grandeur naturelle

Fig. 2.



Oeufs
Agrandissement $\frac{5}{1}$

Fig. 3.



Insectes parfaits, larves et mâles
$\frac{1}{7}$ grandeur naturelle

Phyllium Scythe (Gray)

cinq ou six semaines d'existence, ils cessent peu à peu de manger, et périssent, prenant immédiatement après la mort une teinte plus jaune.

Les ♂ se sont transformées beaucoup plus tôt que les ♀, car ce ne fut que le 16 octobre que j'observai la sortie de la première ♀ comme insecte parfait.

Ce retard explique ce fait, que lorsque les ♀ furent écloses, presque tous les ♂ que j'avais obtenus étaient morts, ce qui fait que je ne pus malheureusement constater qu'un seul accouplement.

La femelle adulte atteint une longueur moyenne de 7 à 9 cm. et la *largeur de l'abdomen*, ou du moins de ses expansions, atteint 4 ½ cm. chez les plus gros individus (Pl. III, fig. 1, *c*, *d*, *e*).

La *tête*, quatre fois plus grosse que celle du mâle, ne porte pas de protubérances.

Les *yeux* sont moins proéminents que chez le mâle, et les *antennes* très courtes, composées de 9 segments.

Le *prothorax* a la forme d'un écusson bordé d'un sillon.

Le *mésothorax*, seul, porte des ailes parcheminées rappelant une feuille de chêne par leur consistance.

Chaque *aile* porte à son bord interne une grosse nervure, de laquelle partent en diagonale cinq autres nervures jusqu'au bord externe de l'aile. Entre ces dernières nervures s'entrecroisent une foule de plus petites,

Le tout rappelle ainsi absolument la forme et l'aspect d'une feuille. D'une longueur de 4 à 5 cm., les ailes des femelles ne dépassent pas le sixième segment abdominal ; elles sont toujours dans la position du repos, c'est-à-dire étalées sur le corps ; l'insecte ne volant pas, ses ailes ne peuvent lui servir que de parachute.

Les cuisses des pattes antérieures surtout sont munies d'expansions lamelleuses atteignant 25 mm. en longueur sur une largeur de 15 mm. Rapprochées, elles laissent un intervalle par lequel passe la tête.

La couleur générale est d'un beau vert de teintes variables, mais on trouve des individus jaunes, et brun-jaune, qui, après la mort, prennent la couleur d'une feuille morte. Presque toutes les ♀ ont, de chaque côté de l'abdomen, entre le septième et le huitième segment abdominal, une tache couleur de rouille. Des taches de même couleur se trouvent aussi quelquefois sur les ailes et les pattes, mais cela varie beaucoup.

Rappelons que l'abdomen se termine par un oviscapte.

Au repos, les Phyllies se tiennent cramponnées par les pattes postérieures au milieu des feuilles, le corps penché en arrière. Elles se tiennent aussi volontiers en sens contraire, c'est-à-dire accrochées la tête en bas et l'abdomen rejeté en arrière. Elles s'attachent très fortement, à l'aide de leurs griffes, aux branches et aux feuilles, si bien qu'en cherchant à les détacher, on leur arrache trop facilement les pattes. Leurs tarses très prolongés leur donnent une sorte d'élasticité et de flexibilité et leur permettent des mouvements pareils à ceux que montrent des feuilles agitées par le vent.

Vers la fin de l'automne 1902, ne pouvant plus me procurer des feuilles de hêtre, je donnai à mes élèves des feuilles de chêne (*Quercus pedunculata*), et en hiver des feuilles de chêne vert (*Quercus ilex*), qu'elles mangeaient très bien.

J'eus la bonne fortune de voir, vers le milieu de décembre, une femelle se livrer à l'opération de la ponte. La ♀ pondait son œuf, tout en continuant à ronger le feuillage, et l'œuf sortait tout lentement de l'oviscapte.

Cet œuf tombe sur le sol parmi les feuilles où sa coque dure, plissée et carènée le fait ressembler à une graine et le protège dès le début contre ses ennemis.

Il n'y a pas de nid, ni d'agglomération, d'oothèque ou d'enveloppe comme chez les Mantes ou d'autres orthoptères. Cette opération se continue ainsi pendant cinq à six semaines. Je ne puis dire exactement le nombre d'œufs pondus par sujet et par jour, mais ce que je sais, c'est que jusqu'à ce jour, c'est-à-dire au milieu de mai 1903, les six femelles obtenues dans ma serre m'ont pondu 580 œufs, ce qui fait une moyenne de 96 œufs par individu.

Les œufs pondus par les ♀ que je puis croire avoir été fécondés, quoique, comme je l'ai déjà dit, je n'aie surpris qu'un seul accouplement, ont commencé à éclore le 10 mars 1903, ce qui démontre la pleine réussite de cet élevage.

Reste à savoir si les œufs pondus par les ♀, qui se sont développées après la mort des ♂, donneront un résultat.

Je les ai soigneusement mis de côté, et s'ils éclosent, ce sera la preuve que ces insectes peuvent se reproduire par parthénogenèse, comme on le prétend.

J'y reviendrai éventuellement dans une note spéciale.

* * *

LIBRAIRIE F. ROUGE & C^IE^
LIBRAIRIE DE L'UNIVERSITÉ
rue Haldimand, 4, Lausanne.
TÉLÉPHONE N° 643

Paraissant deux fois par mois.

BULLETIN TECHNIQUE DE LA SUISSE ROMANDE
ANCIENNEMENT
Bulletin de la Société vaudoise des Ingénieurs et des Architectes
ORGANE EN LANGUE FRANÇAISE
de la Société Suisse des Ingénieurs et des Architectes, ainsi que de l'Association des Anciens élèves de l'Ecole d'Ingénieurs de Lausanne.

Rédacteur en chef : **M. P. Hoffet**, professeur à l'Ecole d'Ingénieurs de l'Université de Lausanne.

COMITÉ SUPÉRIEUR DE RÉDACTION :
Président : **M. Th. Turrettini**, Ingénieur à Genève.
Secrétaire : **M. Ed. Elskes**, Ingénieur en chef-adjoint des chemins de fer fédéraux, Berne.

Prix de l'abonnement :

SUISSE : 1 an, 10 fr. — ÉTRANGER, 12 fr.

Prix du numéro : 75 centimes. — Envoi gratuit de numéros-spécimens.

ADMINISTRATION :
Librairie F. ROUGE & C^ie^, 4, rue Haldimand 4
LAUSANNE

Nouvelles publications :

DE L'UTILISATION DES FORCES HYDRAULIQUES
dans l'avant-projet
du Code civil fédéral et dans quelques législations étrangères,
par **Louis ROBERT**,
Docteur en droit.
Volume in-8° : 3 francs.

Ingenieurs Taschenbuch „ Hutte "
Achtzehnte Auflage. Gebunden in zwei Abtheilungen.
21 francs.

UNIVERSITÉ DE LAUSANNE

Ouvrages de MM. les Professeurs de l'Université, publiés par la librairie F. ROUGE & Cie, Lausanne.

— —

DE LOES, A. **Premiers devoirs.** Etudes évangéliques, 3 fr. — **Louis Fabre,** souvenirs de sa vie, 2 fr. 50.

ÉMERY, L. **Problème de la souffrance,** 1 fr. — **Religion et théologie,** 40 cent. — **La conscience morale,** 60 cent. — **Analyse et critique de l'Introduction à la dogmatique de Schleiermacher,** 2 fr. 50. — **Le miracle et le surnaturel,** 60 cent.

EMERY, L., et FORNEROD, A. **Le Royaume de Dieu.** Exposition abrégée de l'Evangile à l'usage des catéchumènes, 80 cent.

FORNEROD, A. **La vie chrétienne et le surnaturel,** 30 cent. — **La première religion de l'humanité,** 30 cent.

VUILLEUMIER, H. **La religion de nos pères,** 2 fr. — **Le livre de Job,** 1 fr. — **La première page de la Bible,** 80 cent. — **Les résultats des travaux les plus récents relatifs à l'Ancien Testament et leur influence sur l'histoire de la religion d'Israël et sur la dogmatique chrétienne.** (Epuisé.)

PARETO, V. **Cours d'économie politique professé à l'Université,** 2 volumes in-8. Chaque volume, 10 fr.

ROGUIN, E. **La règle de droit,** 7 fr. 50. — **Conflits des lois suisses en matière internationale et intercantonale,** 12 fr.

WALRAS, L. **Eléments d'économie politique pure,** 7 fr. 50. — **Etudes d'économie sociale,** 7 fr. 50. — **Etudes d'économie politique appliquée,** 7 fr. 50.

BERDEZ, Ch. **Les bases juridiques et économiques de l'assurance privée,** 6 fr.

BLANC, H. **Aide-mémoire de zoologie,** 3 fr.

BRUNNER, H. **Guide pour l'analyse chimique qualitative** des substances minérales et des acides organiques et alcaloïdes les plus importants, 5 fr.

DIND, D., avec la collaboration de MM. les Drs GALLI-VALERIO, ÉPERON et ROSSIER. Préface du Dr-Prof. ROUX. **La Blennorrhagie et ses complications,** 4 fr.

DUFOUR, H. **Leçons de physique expérimentale** à l'usage des étudiants, 5 fr.

FOREL, F.-A. **Le Léman.** Monographie limnologique, 3 volumes in-8. Tome I, 15 fr. Tome II, 18 fr. Tome III, 1re partie, 10 fr.

GAUDARD, J. **Croquis de ponts métalliques,** 20 fr. — **Limites des fondations profondes,** 60 cent. — **Note sur les types fondamentaux des poutres métalliques et sur le système cantilever,** 1 fr. 50. — **Vues d'ouvrages d'art :** Réparation de viaducs en maçonnerie ; Perfectionnement de poutres métalliques ; Bâches de ponts-canaux ; Elargissement du Grand-Pont de Lausanne, 2 fr. 50. — **Progrès des constructions maritimes,** 1 fr. 50. — **Mouvement initial du pont de Mönchenstein lors de sa chute en 1891,** 1 fr.

Notre Catalogue d'ouvrages scientifiques recommandés est distribué gratuitement sur demande.

Lausanne — Imp. Corbaz & Comp.

BULLETIN
DE LA
SOCIÉTÉ VAUDOISE
DES SCIENCES NATURELLES

4e S. — Vol. XXXIX.

N° 148.

Publié, sous la direction du Comité, par M. F. Roux.

Avec 2 planches. — Prix : 4 fr.

Contenu : Pages.

Emile Félix. — Contribution à l'étude de l'identité de la variole et de la vaccine 409
Dr Casimir Strzyzowski. — Une impureté non encore signalée de l'oxyde de magnésium 445
Bruno Galli-Valerio et Jeanne Rochaz-de Jongh. — Sur la présence de Mochlonyx velutinus. Ruthe dans le canton de Vaud. (Pl. IV) . . . 453
Ferdinand Porchet.— Action des sels de cuivre sur les végétaux. (Pl.V). 461
Dr Gustave Krafft. — Impressions de chimiste. 553
Liste des Membres de la Société au 31 Décembre 1903 . . . . . . : 565
PROCÈS-VERBAUX, du 21 octobre au 2 décembre 1903.
LISTE DES LIVRES REÇUS, du 1er novembre 1902 au 1er novembre 1903.
TABLE DES MATIÈRES du volume XXXIX.

(Chaque auteur est responsable de ses écrits.)

AVIS IMPORTANT. — On est prié de tenir compte des avis insérés à la seconde page de la couverture.

LAUSANNE
LIBRAIRIE F. ROUGE & Cie, RUE HALDIMAND
LIBRAIRIE DE L'UNIVERSITÉ

Décembre 1903

COMITÉ POUR 1904

Président :	MM. Dutoit, Const., D^{r}-professeur,	Lausanne.
Vice-Président :	Krafft, Gustave, D^{r} ès sciences,	id.
Membres :	Dusserre, C., Mont-Calme,	id.
	Schenk, A., D^{r}-prof., av. de Rumine 60,	id.
	Robert, William, chimiste,	Jongny.
Secrétaire :	Faes, H., D^{r}-prof., Petit-Montriond,	Lausanne.
Bibliothécaire :	J. Pingoud, La Fauvette, Chailly.	
Editeur du Bulletin :	Roux, F., Chalet Ferney 1,	id.
Caissier :	Ravessoud, Aug., Montbenon 4,	id.
Vérificateurs :	Forel, F.-A., professeur,	Morges.
	Lochmann, J.-J.,	Lausanne.
	Rosset, C., directeur des salines,	Bex.

AVIS

I. Les personnes qui désirent publier des travaux dans le Bulletin sont priées de tenir compte des observations suivantes :

1^{o} Tout manuscrit doit être adressé, en **copie lisible,** à l'*éditeur du Bulletin.* Il doit contenir l'adresse de l'auteur, l'indication du nombre d'exemplaires qu'il désire comme tirage à part, et celle du nombre de planches ou tableaux hors texte qui accompagnent le mémoire. Les épreuves en retour doivent également être adressées à l'éditeur.

2^{o} Il ne sera fait de tirage à part d'un travail que sur la demande expresse de l'auteur.

3^{o} Les tirages d'auteurs sont remis après le tirage pour le Bulletin, sans nouvelle mise en pages et avec la même pagination, après enlèvement du texte qui précède et du texte qui suit.

Tous les changements demandés pour des tirages à part sont à la charge des auteurs.

Les mémoires destinés au Bulletin prochain (N^{o} 149) doivent être remis à l'éditeur ou au Comité avant le 10 mars. Avant le 1er mai et le 5 juillet pour les n^{os} 150 et 151. (Décision du Comité.)

II. Nous rappelons aux Sociétés correspondantes que la *Liste des livres reçus,* publiée à la fin du volume, sert d'accusé de réception pour les publications qu'elles échangent avec nous.

* * *

Pour la rectification des adresses qui ne seraient pas exactes, on est prié de s'adresser au Secrétaire de la Soc. Vaud. des Sc. Nat., Petit-Montriond, Lausanne.

Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles
Vol. XXXIX. N° 148. 1903

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DE L'IDENTITÉ
DE
LA VARIOLE ET LA VACCINE

Communication
faite à la Société Vaudoise des Sciences Naturelles
dans sa séance annuelle du 20 juin 1903

PAR

Emile FÉLIX
Directeur technique de l'Institut Vaccinogène suisse de Lausanne.

La variole et la vaccine sont-elles deux maladies différentes, dérivant de deux agents spécifiques étrangers, ou bien n'ont-elles qu'une seule origine ancestrale ?

Il y a plus d'un siècle que cette question est posée, qu'elle est discutée, qu'elle a été analysée sans que les partisans et les adversaires de l'identité de ces deux affections aient trouvé un terrain d'entente. Dans la seconde moitié du siècle dernier, l'étude de ce problème fut si attachante, si passionnante même qu'elle donna lieu à des luttes très vives, à des débats parfois orageux.

Cela se comprend si l'on songe que, outre que ce problème offre un attrait scientifique des plus captivants, il comporte en soi un résultat pratique dont l'importance est incontestable.

En effet, la vaccination antivariolique, instituée et mise en pratique par Jenner, consiste, comme on sait, à inoculer à l'homme le virus puisé dans les pustules de cow-pox, longtemps appelé spontané. Or, le cow-pox, autrement dit variole de la vache, est une affection qui, par ses apparitions intermittentes et de plus en plus rares, constitue une source très aléatoire de l'agent préventif de la variole; aussi bien est-ce en prévision de l'impossibilité dans laquelle il pouvait se trouver, par manque de cas de cow-pox, de poursuivre ses inoculations que l'immortel inventeur de cette prophylaxie entreprit d'en perpétuer la culture sur l'organisme humain et créa, de ce fait, la méthode de la vaccination de bras à bras, dite jennérienne.

On sait également que, indépendamment des critiques aussi sérieuses que fondées auxquelles cette pratique donna lieu, on lui reprocha de ne pas mettre le précieux virus à l'abri d'une dégénérescence progressive et fort à craindre si des cas de cow-pox ne se déclaraient pas au moment opportun pour le renouveler. Ce furent donc ces diverses causes qui, jointes à l'insuffisance toujours plus évidente de la matière inoculable que l'on obtenait par ce moyen, donnèrent naissance à la pratique de la culture ininterrompue du virus vaccinal sur le terrain bovin.

Une bonne partie des Instituts vaccinogènes actuellement en activité ont pour source de leur culture le cow-pox qu'ils réussissent à entretenir par des efforts constants et des procédés appropriés qui ne les mettent cependant pas non plus à l'abri d'une extinction des souches dont ils disposent.

Je viens de dire que les cas de cow-pox se raréfient toujours davantage, aussi la diminution de cette morbidité spéciale était-elle bien de nature à inspirer de l'inquiétude à ceux qui estiment qu'en cet agent préventif seul peut se trouver la source de l'unique prophylaxie de la variole que nous connaissions.

Si l'on considère qu'avant la découverte de Jenner on pratiquait dans plusieurs pays, et depuis des milliers d'années déjà, notammant dans le continent asiatique, l'inoculation préventive au moyen du virus variolique pur, transporté d'homme à homme, méthode aussi condamnable, si ce n'est plus, que la vaccination jennérienne, et que, par ce moyen, l'organisme était aussi bien immunisé contre les atteintes de la variole, on concevra que, non seulement les rapports qui existent entre les deux virus, variolique et vaccinal, aient frappé les hommes de science, mais encore les ait incités à rechercher si le cow-pox lui-même ne trouvait pas son origine dans la variole humaine et si, en transportant volontairement celle-ci sur le terrain bovin, on ne pouvait obtenir des phénomènes identiques à ceux que provoque la vaccine bovine.

La confirmation de cette hypothèse prenait de ce fait un caractère d'utilité au premier chef car, dès lors, les défaillances du cow-pox trouvaient leur correctif dans la facilité avec laquelle on pourrait recourir à une source qui reste intarissable aussi longtemps que se manifestera la maladie dont l'essence même constitue l'élément appelé à la combattre.

Ce sont ces considérations qui engagèrent des savants, dans la première moitié du siècle dernier déjà, à tenter l'inoculation du virus variolique à l'animal bovin.

Pour autant que l'histoire est fidèle, ce fut Gassner qui débuta en 1807. Puis viennent Neumann à Utrecht et von Billing à Stockholm en 1825, Mac Phail de Baltimore en 1832, Mac Pherson dans l'Inde en 1836. A la même époque Sunderland, à Barmen, provoque la variole chez une vache en lui enveloppant la tête avec des couvertures de laine sur lesquelles des varioleux avaient couché.

Viennent ensuite les expériences plus étendues, plus complètes et franchement démonstratives de Ceely à Aylesbury et de Thiele à Kasan en 1839, de Badcok à Brighton en 1840, de Putmann en 1852.

Je ne m'attarderai pas à décrire les procédés utilisés par ces divers auteurs pour produire la variole chez la vache, ni le nombre et la nature de leurs expériences, de même que les résultats qu'ils en obtinrent dans chaque cas. Pour la clarté du sujet, je me limiterai simplement à dire que quelques-uns de ces savants réussirent partiellement dans leurs essais, tandis que les autres, et plus particulièrement Ceely, Thiele et Badcok, virent leurs efforts pleinement récompensés par l'obtention de superbes éruptions présentant des caractères identiques à ceux de la meilleure vaccine et que la matière récoltée de ces éruptions et reportée à l'organisme humain y produisit les plus beaux phénomènes de l'éruption vaccinale la mieux caractérisée.

Ces expérimentateurs utilisèrent même, pendant quelques années, le produit de leurs cultures pour l'inoculation des enfants et c'est ainsi que, dans leur ensemble, ils effectuèrent plusieurs milliers de vaccinations sans constater un seul phénomène dangereux pouvant témoigner que le virus inoculé provenait de la variole humaine et que, par son retour à l'organisme originaire, il présentait une velléité à récupérer sa malignité primitive.

La publication des travaux de ces divers auteurs créa inévitablement deux camps opposés : celui des partisans de l'identité des deux affections soit les *unicistes* et celui des adversaires de cette théorie, les *dualistes*.

Innombrables furent, dès ce moment, les discussions, les controverses que fit naître l'étude de ces deux théories opposées. Cependant un calme relatif se maintient dès 1855 jusqu'en 1863, époque à laquelle l'Académie de Médecine à Paris est appelée à se prononcer sur l'opportunité qu'il y a de remplacer définitivement la pratique de la vaccination jennérienne par l'inoculation au moyen du virus puisé exclusivement chez l'animal bovin.

L'étude de cette importante question d'hygiène publique remit alors sur le tapis celle de l'identité de la variole et de la vaccine et donna lieu, pendant près de deux ans et d'une manière ininterrompue, à de mémorables débats où la note aiguë des antagonistes en présence atteignit son plus haut degré. Bouley, Bousquet, Guérin, Hervieux, refusant tout crédit scientifique aux expériences de Ceely, de Thiele et de Badcok, se constituent, dans le sein de cette assemblée, les partisans acharnés et redoutables de la dualité des deux affections, tandis que les unicistes voient leur cause défendue avec une magistrale autorité, sinon avec plein succès, par Depaul, l'infatigable apôtre de la vaccination animale, puis par Bouvier et d'autres encore.

Ces discussions retentissantes, qui remplissaient la presque totalité des séances de l'Académie, menaçaient de s'éterniser sans un résultat quelconque lorsque, pour mettre un terme à ce débat, le dualiste Bousquet monta à la tribune et s'écria : « Que M. Depaul vienne ici dire ces simples paroles : « Oui, j'ai inoculé la variole à la vache, et la » vache m'a rendu la vaccine. » Je n'en demande pas davantage, j'ai foi en son honneur et, sur sa déclaration, je me convertis à ses doctrines. Jusque-là je veux douter. »

Les unicistes avaient apporté à l'appui de leur thèse les faits expérimentaux qui viennent d'être énoncés et dont les résultats, en raison du crédit scientifique dont jouissaient leurs auteurs, ne pouvaient être raisonnablement mis en doute par tout esprit impartial. Et, cependant, les dualistes doutaient encore, se retranchant derrière cette interprétation un peu gratuite que je résume : ou bien les expérimentateurs se sont exagéré leurs résultats ou bien, s'ils ont obtenu, dans leurs essais, ce qu'ils appellent une transformation de la variole en vaccine, ils se sont abusés en prenant pour de la vaccine ce qui n'était simplement que de la variole mitigée ou légèrement modifiée par son passage sur le terrain bovin. Dans ce dernier cas, reporté à l'homme, le virus ainsi obtenu pouvait, par des passages successifs chez ce dernier, recouvrer sa virulence primitive et, par là, présenter les mêmes dangers que ceux que l'on constate dans la pratique de la variolation.

Pour ces motifs, le virus ainsi cultivé, devenu dans le langage des unicistes le virus variolo-vaccinique, ne pouvait être employé comme succédané du cow-pox et constituer un agent préventif bénin de la variole. Les partisans de l'identité, forts des expériences sur lesquelles ils échafaudaient leurs arguments les plus substantiels, et loin de désarmer devant la provocation de Bousquet, se rallièrent spontanément à l'idée d'une nouvelle épreuve expérimentale qui ne devait rien moins, pensaient-ils, que détruire, du coup et à jamais, les préventions des dualistes.

Ce fut la Société des sciences médicales de Lyon qui, sur la proposition de son distingué président M. Chauveau, assuma la tâche de résoudre la question par des expériences démonstratives et, par là, de trancher un litige scientifique qui avait si fortement agité les esprits. Les expériences auxquelles se livra la commission lyonnaise déléguée à cet effet furent laborieuses et permirent à celle-ci d'en tirer les conclusions résumées dans ce qui suit :

« 1° La variole s'inocule au bœuf et au cheval avec la même certitude.

» 2° Les effets produits par l'inoculation des deux virus diffèrent absolument. Chez le bœuf la variole ne produit qu'une éruption de papules si petites qu'elles passent inaperçues quand on n'est pas prévenu de leur existence. La vaccine, au contraire, engendre l'éruption vaccinale type avec ses pustules larges et fort bien caractérisées.

» 3° et 4° La variole et la vaccine possèdent un pouvoir immunisant d'égale valeur.

» 5° Cultivée méthodiquement sur ces animaux, c'est-à-dire transmise de bœuf à bœuf et du cheval au cheval, la variole ne se rapproche pas de l'éruption vaccinale. Cette variole reste ce qu'elle est ou s'éteint tout à fait.

» 6° Transmise à l'homme elle lui donne la variole.

» 7° Reprise à l'homme et transportée de nouveau sur le bœuf ou le cheval, elle ne donne pas davantage, à cette seconde invasion, le cow-pox ou le horse-pox.

Donc, malgré les liens évidents qui, chez les animaux comme chez l'homme, rapprochent la variole de la vaccine, ces deux affections n'en sont pas moins parfaitement indépendantes et ne peuvent pas se transformer l'une en l'autre. »

⁂

Ainsi qu'il fallait s'y attendre, ces conclusions entraînèrent la condamnation de la théorie de l'unicité. J'ajouterai qu'après le prononcé de ce verdict et pour lui donner plus de poids encore, M. Chauveau, le rapporteur de la désormais célèbre commission lyonnaise, entreprit personnellement des expériences complémentaires qui consistèrent à inoculer les deux virus variolique et vaccinal à un même sujet; puis encore de mêler ces deux virus et d'inoculer ce mélange à l'organisme bovin. Il en obtint, dans le premier cas, deux éruptions indépendantes l'une de l'autre, ne se nuisant en aucune façon et, dans le second cas, des phénomènes éruptifs présentant exclusivement les caractères de la vraie vaccine. Ce savant conclut de ce dernier résultat que le virus variolique a cédé devant l'invasion vaccinique ou que ses effets objectifs se trouvèrent simplement masqués par ceux du vaccin. Nous verrons tout à l'heure, et par les expériences qui furent tentées ultérieurement, jusqu'à quel degré peuvent être fondées les hypothèses, un peu trop affirmatives à certains points de vue, contenues dans le rapport rédigé par le savant biologiste français.

Si je me suis étendu plus que je ne l'aurais voulu sur ces expériences lyonnaises, c'est en raison de la confiance illimitée dont elles jouissent encore de nos jours en France, siège principal, si ce n'est exclusif, de l'école dualiste actuelle.

Dès 1865, époque à laquelle les expérimentateurs français firent connaître le résultat de leurs recherches et pendant plusieurs années, un silence presque complet se fit sur cette question qui paraissait tranchée définitivement. Qui donc aurait osé s'élever contre un jugement qui se présentait sans recours possible, parce que prononcé par des savants dont l'autorité scientifique garantissait, par avance, l'irréfutabilité ?

Néanmoins, il se trouva quelques unicistes assez audacieux qui, profondément convaincus du bien fondé de leur doctrine, estimèrent que les expériences lyonnaises ainsi que les conclusions qui les clôturèrent, prêtaient fort bien le flanc à la critique. De ce fait et insensiblement le problème reprit toute sa vigueur et c'est dans le but d'élucider quelques points laissés obscurs, malgré tout, par les savants français, que de nouveaux expérimentateurs se livrèrent à de nouvelles recherches.

Il s'agissait surtout de déterminer les causes qui avaient donné à la commission lyonnaise des résultats si différents de ceux que leurs devanciers prétendaient, avec une entière bonne foi, avoir obtenus.

En 1881, Voigt, de Hambourg, annonce qu'après quelques essais infructueux il a réussi d'une manière certaine à transformer le virus variolique en vaccine en le cultivant sur le veau et que, jusqu'à cette époque, il a pu poursuivre ses cultures jusqu'à la vingtième génération. Dans d'autres travaux ultérieurs il affirme être parvenu jusqu'au quatre-vingtième passage de ce virus sur le même terrain. Il utilisa le produit de ses cultures pour l'inoculation à l'homme et procéda, de cette façon, à une quantité considérable de vaccinations humaines sans aucun inconvénient et sans constater une tendance du virus à s'exalter. Toutes les inoculations se comportèrent avec les caractères de la vaccine classique.

Puis, s'ajoutant les unes aux autres, vinrent les expériences de Fischer, à Karlsruhe qui, pour se mettre à l'abri d'une critique d'ordre général adressée par M. Chauveau, à tous les expérimentateurs qui tentèrent la transformation du virus variolique dans des centres de culture du vaccin, renouvela ses essais dans des baraquements de varioleux où toute éventualité de contamination vaccinale était écartée. Ses travaux furent pleinement couronnés de succès.

M. le prof. Eternod et M. Haccius reprenant enfin par le menu les critiques formulées par le savant français dans son rapport historique, tentèrent, en 1891, des expériences sur de jeunes animaux ainsi que sur des adultes bovins, ceci dans le but de se placer dans les mêmes conditions d'expérimentation que celles qui dirigèrent les expériences lyonnaises. Ces essais, étayés encore par ceux que le D^r^ Hime pratiqua à Bradford, à la même époque, permirent à leur auteurs d'émettre des conclusions en grande partie diamétralement opposées à celles qui résumèrent les expériences faites à Lyon.

Pour terminer cette énumération, je mentionnerai encore les essais de variolation des bovidés effectués par Simpson, à Calcutta, et Copeman, à Londres, en 1892 ; Ducamp et Pourquier, à Montpellier, en 1893 ; Jubel-Rénoy et Dupuy, à Aubervilliers, en 1894 ; ceux de Ausset et Barret, à Limoges ; Layet et Le Dantec, à Bordeaux, également en 1894. Ces divers essais furent en partie seulement concluants.

Par contre, en 1901, mon honorable collègue M. le D^r^ Chaumier, de Tours, tente sur l'âne une inoculation de virus variolique en grande surface et voit celle-ci évoluer de la manière la plus caractéristique. Il en obtient une éruption qui lui permet de récolter une quantité assez abondante de matière virulente et de poursuivre ainsi ses essais jusqu'au cinquième passage sur l'animal bovin. Il utilise également, comme ses confrères d'Allemagne, le produit de ses cultures pour l'inoculation humaine et est assez heureux de constater que les résultats qu'il en obtient furent, en tous points, semblables à ceux observés en Allemagne, en Angleterre, en Russie, en Suisse, etc. Les travaux de M. Chaumier firent l'objet d'une récente communication à l'Académie de médecine de Paris.

La première conclusion qui résulte de ces expériences si convaincantes est que le virus variolique peut se cultiver et se propager avec la plus grande facilité sur le terrain bovin et, comme cela a été également démontré, sur l'organisme équin.

Devant une série de faits aussi démonstratifs, devant les résultats si positifs recueillis par ces divers auteurs, on ne peut qu'être surpris des insuccès éprouvés par la commission lyonnaise et les expérimentateurs qui ne furent pas plus heureux que cette dernière dans leurs tentatives de variolation des bovidés, aussi est-il utile d'en indiquer la cause.

Si l'organisme bovin est réceptif à la variole, encore faut-il, lorsqu'on veut la provoquer par inoculation cutanée, utiliser un procédé approprié qui diffère très sensiblement de celui que les savants lyonnais avaient employé. Puis, comme terrain d'expérience, ces derniers n'avaient recouru qu'à l'animal adulte, alors que ceux qui furent plus heureux n'employèrent, pour débuter, que des jeunes animaux. En troisième lieu, le choix du virus variolique jouait un rôle également à considérer. La technique était donc très différente et suffisait, à elle seule, à modifier complètement la nature des résultats.

Conscients de la réussite de leurs efforts, les auteurs étant arrivés à acclimater le virus variolique chez le veau et ayant pu s'en servir sans inconvénients pour l'homme, se crurent en droit d'affirmer, en 1891, qu'ils avaient définitivement résolu le problème d'identité des deux affections, dans le sens de l'affirmative, puisqu'ils avaient réussi à *transformer* la variole en vaccine.

Il semblerait que, devant l'évidence de ces faits et la parfaite concordance des résultats obtenus, la controverse n'était plus possible et que les dualistes, abandonnant leur terrain favori de lutte, n'éprouveraient, par suite, plus aucune peine à se rallier à la théorie de l'unicité.

Amère illusion, car les travaux publiés à ce moment par les unicistes, entre autres Vogt, Fischer, Hime, Eternod et Haccius, fournirent de nouveau à M. Chauveau, toujours pris à partie, l'occasion de réfuter, apparemment il est vrai, l'argumentation de fond de ses adversaires et, du même coup, d'exposer à l'Académie de médecine ses vues et sa manière d'interpréter la théorie de la *transformation* et de l'*atténuation* des virus.

Dans sa communication faite à la savante assemblée, les 20 et 27 octobre 1891, l'éminent biologiste s'exprime, à ce sujet, comme suit : « Certes, la variole et la vaccine resteront toujours, à mes yeux, étroitement unies par des liens d'intime parenté, et je continue à me croire autorisé à les regarder comme *dérivant l'une de l'autre ou d'une souche commune*. Mais je ne conviendrai jamais que la vaccine soit une *atténuation* de la variole. Le virus variolique naturel est un virus *fort* ; le virus vaccinal en est un autre. Si celui-ci dérive de celui-là, il y a eu *transformation* d'un virus fort en un autre virus fort, ce qui est tout différent d'une métamorphose incomplète par simple affaiblissement des propriétés du premier de ces virus.

Oui, tels que nous les connaissons maintenant, ces deux virus, tels qu'on les a toujours connus, ce sont deux agents *également forts* dans leur activité spécifique respective, également aptes à *s'atténuer*, chacun suivant son impressionnabilité particulière aux influences atténuantes. Oui, il existe des varioles fortes et des varioles faibles, des vaccines fortes et des vaccines faibles. Mais on n'a jamais rencontré une variole faible qui soit devenue de la vaccine. En un mot, *le virus vaccinal n'est pas du virus variolique atténué.* »

Pour asseoir cette argumentation, M. Chauveau considère que le virus charbonneux, qui, selon lui, est en somme le seul virus pouvant servir de point de comparaison, ce virus, que l'on peut à volonté atténuer ou exalter par des procédés techniques et des artifices de laboratoire suffisamment connus, n'est, lorsqu'il est affaibli, plus apte à provoquer des phénomènes spécifiques semblables à ceux qu'engendrent le virus non atténué ou le virus exalté.

Jusqu'ici, donc, l'analogie entre les trois virus, charbonneux, variolique et vaccinal, paraît bien établie, en ce sens qu'ils sont tous les trois susceptibles de s'atténuer; mais où la différence devient flagrante, selon ce savant, c'est que, tout en étant apte à s'exalter, le virus vaccinal n'acquiert jamais, quel que soit le degré de son exaltation, des propriétés spécifiques semblables à celles que présente le virus variolique non atténué.

« Ce sont là, dit-il, les seules modifications permises au virus vaccin ; il s'atténue, il s'exalte comme tant d'autres virus autonomes, comme l'agent charbonneux lui-même; quant à se *transformer* en virus variolique, jamais ! »

Il résulterait donc de cette manière d'interpréter les faits que, quels que soient les caractères de ses manifestations, la variole reste spécifiquement *variole* et que, quelles que soient les formes évolutives de la vaccine, celle-ci reste, spécifiquement aussi, *vaccine.*

En résumé, M. Chauveau et les dualistes qui se rangent à cette doctrine contestent au virus variolique, qui est un virus fort, la faculté de se *transformer* en un autre virus fort qui est la vaccine : la *transformation* d'un virus fort en un autre virus fort étant, au surplus, contraire aux lois de la biologie admises de nos jours. Ils ne peuvent, non plus, considérer le virus vaccinal comme étant un virus variolique *atténué*, le premier ayant une spécificité bien déterminée, bien établie, qui ne saurait en rien justifier cette hypothèse.

⁂

Voilà où en est la question aujourdhui. Les auteurs qui se livrèrent à des expériences ultérieures à la publication du travail du savant académicien continuèrent d'affirmer que, puisqu'ils avaient obtenu des phénomènes cliniques identiques avec les deux virus, variolique et vaccinal, il fallait admettre nécessairement ou le principe de la transformation ou celui de l'atténuation. C'est l'un ou l'autre, puisqu'il n'y a pas d'autre choix !

Un fait important est à retenir ici : M. Chauveau refuse d'admettre l'une quelconque de ces deux théories ; pour lui, les deux virus en cause sont absolument *autonomes !* Comment concilier alors ce point de vue avec ses propres déclarations, qui semblent contradictoires ? M. Chauveau dit dans sa communication du 27 octobre 1891 — je dois le répéter ici — .... « *Je continue à me croire autorisé à les regarder* (les deux affections) *comme dérivant l'une de l'autre ou d'une souche commune !* » Alors, que reste-t-il ? C'est ce que nous allons rapidement examiner.

Ainsi qu'il résulte de ce qui précède, on voit que si, au point de vue *expérimental et clinique*, la théorie de l'unicité a reçu une solution des plus satisfaisantes, incontestablement affirmative, elle est encore au point de vue doctrinal loin d'avoir réuni tous les suffrages. Il est, au surplus, fort douteux que ce problème soit complètement élucidé avant la découverte certaine et la culture *in vitro* de l'agent spécifique de la variole et de la vaccine, ou avant qu'on ait déterminé, de la manière la plus absolue, la présence du parasite de la variole dans les pustules vaccinales.

Cependant, uniciste convaincu, l'étude de ce problème m'a depuis longtemps captivé. Aussi me suis-je demandé si, en attendant que la science biologique se soit prononcée d'une façon définitive, la simple observation des faits ne pouvait contribuer à jeter une faible lumière sur quelques points encore obscurs, et permettre par cela, de mieux établir les présomptions en faveur de l'identité des deux affections ?

C'est donc simplement le résultat d'observations et de faits comparatifs que j'ai l'honneur d'exposer ici.

⁂

Si nous procédons par comparaison entre les deux affections, nous trouvons, en premier lieu, que toutes les recherches tentées en vue de découvrir et d'isoler le parasite de la variole et de la vaccine, et, par ce moyen, de reproduire les phénomènes cliniques de ces deux maladies, sont restées infructueuses.

Je me dispenserai d'énumérer ici toutes les tentatives qui ont été dirigées dans cette voie, de nommer les innombrables savants qui, dans presque tous les pays et depuis fort longtemps déjà, se sont attelés à cette tâche aussi ardue qu'ingrate et d'indiquer le résultat de leurs investigations. Outre que cette nomenclature m'entraînerait trop loin, elle n'apporterait pas plus de clarté à cette courte étude.

Nous ne savons donc encore si nous avons affaire, en l'espèce, à un bacille, à un micro-coccus ou à un protozoaire, quoique toutes les présomptions militent en faveur de ce dernier. Je ne voudrais cependant pas passer sous silence la récente communication faite au Congrès des Médecins et Chirurgiens à Washington par le D^r^ W.-T. Councilman, de New-York. Ce bactériologiste déclare avoir pu isoler, des pustules varioliques comme de l'éruption vaccinale, des corpuscules amorphes dont le développement, au sein du tissu superficiel, se caractériserait par deux stades différents. Le premier serait le stade *intracellulaire*, au cours duquel ce corpuscule serait asexué, tandis que ce n'est qu'au terme du second stade, *intranucléaire* qu'il achèverait son développement et deviendrait sexué.

M. Councilman conclut des expériences qu'il a faites sur le veau, le singe et le lapin, que ce corpuscule n'atteindrait, chez le veau, que le premier stade et que, restant asexué sur ce terrain, ce serait à cette particularité que serait due la différence des phénomènes que l'on constate entre la variole et la vaccine, cultivée sur le veau et reportée à l'homme.

Ainsi serait déterminée, selon cet auteur, de par l'unité du parasite décrit, l'unité nosographique de la variole et de la vaccine, celle-ci n'étant, dès lors, par cette démonstration, qu'une forme atténuée de celle-là.

Je ne puis encore, et pour des motifs que je développerai tout à l'heure, me rallier à cette hypothèse, toute séduisante qu'elle est.

La recherche de cet agent parasitaire a, au surplus, donné naissance à deux théories ; l'une, d'après laquelle ce micro-organisme n'aurait encore pu être décelé qu'à cause de ses dimensions infinitésimales et de l'insuffisance de nos moyens actuels d'investigation.

C'est là certainement un point de vue très soutenable mais il me fait songer que MM. Straus, Chambon, St-Yves Ménard, et d'autres savants encore, ont démontré, par de fort belles expériences, que la lymphe variolique et la lymphe vaccinale perdent leurs propriétés virulentes lorsqu'on les fait passer à travers le filtre Chamberland, ce qui semblerait indiquer qu'aussi minimes que soient ses dimensions, le micro-organisme tant cherché est cependant assez volumineux pour être arrêté par les pores de la bougie de porcelaine et que, conséquemment, le microscope devrait pouvoir le fixer aussi.

La seconde théorie, que je considère mieux fondée que la précédente, suppose que si l'agent spécifique des deux affections n'a pu être cultivé isolément jusqu'à ce jour, cela tient uniquement au fait que son vrai terrain artificiel de culture n'est pas encore trouvé, et que ce n'est que lorsqu'on aura réussi à constituer un milieu de développement synthétiquement analogue au terrain *vivant,* que le laboratoire pourra enfin se prononcer.

Ainsi qu'on le voit, il en est de la variole et de la vaccine comme de la fièvre aphteuse, de la syphilis, du cancer et d'autres affections incontestablement parasitaires, dont l'élément spécifique reste introuvé.

Première analogie donc entre les deux virus qui nous occupent spécialement. Mais puisque ce domaine reste encore hypothétique, tournons nos regards dans une autre direction où, alors, les phénomènes deviennent plus tangibles.

Ainsi que nous l'avons vu, il est établi par les expériences cliniques plus que convaincantes que nous connaissons que la variole est non seulement inoculable à l'organisme bovin, mais encore qu'elle s'y cultive avec facilité.

Il reste également acquis de ces belles recherches qu'une fois transplanté sur le terrain bovin et le terrain équin, le virus variolique y produit des phénomènes ne se différenciant en rien de l'éruption ayant le cow-pox comme origine.

Il reste enfin démontré, de la manière la plus probante et par des centaines de milliers de vaccinations, que le virus variolique cultivé sur le terrain bovin et reporté à l'homme produit, chez ce dernier, des éruptions absolument identiques à celles qu'entraîne l'inoculation du cow-pox.

Les seuls caractères qui différencient la variole de la vaccine ne se manifestent donc que lorsque la première évolue, chez l'homme, avec les symptômes qu'elle détermine sans avoir subi des passages préalables dans l'organisme bovin.

La pathologie ne nous offre aucun autre exemple d'analogies si frappantes entre deux virus dérivant apparemment de deux origines différentes, n'émanant pas d'une souche ancestrale commune. L'évidence de ces faits devrait seule, me semble-t-il, entraîner la conviction en faveur de l'identité.

Mais poursuivons notre analyse. Il s'agit de déterminer les causes en vertu desquelles la variole se modifie par son passage dans le terrain bovin, dans des conditions telles qu'à son retour à l'homme elle y devient vaccine. C'est ce que je vais tenter d'établir.

⁂

Si nous considérons que, d'une part, l'hypothèse de la spontanéité du cow-pox n'est plus conforme aux théories scientifiques actuelles et que, d'autre part, les dualistes eux-mêmes reconnaissent un lien très étroit de parenté entre le virus variolique et le virus vaccinal, de par leurs affinités spéciales, nous devons reconnaître que la distance paraissant séparer ces deux virus est si minime qu'un effort bien faible suffit à la faire franchir.

Les rapports de coïncidence d'apparitions d'épidémies de variole et de cas de cow-pox sont suffisamment démontrés pour me dispenser de les établir ici. Je me permettrai cependant de mentionner cette nouvelle preuve, si c'en est une, qui, jusqu'ici, ne se trouvait pas consignée dans la littérature vaccinique :

Le numéro de mai (1903) de la *Gazette médicale du Centre* publiait la lettre suivante qui mérite d'être reproduite ici in-extenso :

24 avril 1903.

Mon cher Confrère,

Le grand intérêt que vous portez à tout ce qui touche à la variole ou à la vaccine m'autorise à oser vous faire connaître une page que j'ai lue dans le tome III (page 249) des *Moines d'Occident*, de Montalembert (édition Lecoffre 1893). La voici :

« Saint Colomba (521-597) apôtre de la Calédonie, s'occupait surtout de la guérison des maladies contagieuses qui menaçaient la vie ou ravageaient le bétail des cultivateurs de son pays.

» Assis un jour sur un monticule de son île d'Iona, il dit au moine qui lui tenait compagnie et qui était originaire de la colonie dabradienne :

« Vois ce nuage épais et pluvieux qui vient du Nord, il renferme » dans son sein des germes d'une maladie meurtrière ; il va fondre sur » un grand district de notre Irlande et faire naître des ulcères *et des » pustules sur le corps des hommes et sur les tétines des vaches,* il » nous faut avoir pitié de leurs maux. Vite donc, descendons, et dès » demain tu t'embarqueras pour aller à leur secours ». (*Vie de saint Colomba,* par Adamman. II, 71).

L'idée ou plutôt la certitude de l'identité de nature de la variole et de la vaccine serait donc bien antérieure à la découverte de la vaccine par Jenner.

J'ignore si la page que je vous cite est inédite dans les Annales de la variole. Elle est, en tous cas, méconnue de beaucoup de médecins. C'est ce qui m'engage à vous adresser ce petit mot.

Dr X. (Nord).

On reconnaîtra sans doute que cette relation, consignée dans un ouvrage nullement écrit dans le but de faire triompher une doctrine scientifique, est bien de nature à affirmer les rapports de coïncidence et de cause à effets existant entre les deux affections que nous étudions.

Dans un travail intéressant publié en 1893[1] MM. Chambon et St. Yves Ménard disent à ce propos : « Toutefois, pour un premier cas ou pour un cas isolé qui se présente dans une étable, on ne saisit guère le fait de la contagion ; jusqu'à ces derniers temps, on qualifiait ces cas de cow-pox spontané ou cow-pox primitif et, d'instinct, on leur attribuait une virulence plus grande que celle de la vaccine humaine et, par suite, un pouvoir antivariolique supérieur. Aussi attendait-on avec anxiété les occasions d'en profiter pour renouveler le vaccin. Dans l'état actuel de la science, il ne peut plus être question de cow-pox spontané ou primitif ; le cow-pox naturel doit être considéré toujours comme inoculé, que l'inoculation soit saisissable ou non. Il ne peut plus être question davantage de virulence supérieure du cow-pox naturel. »

---

[1] E. Chambon et St. Yves Ménard : *La Vaccine animale,* « Journal de Médecine et de Chirurgie », 1893, tome LXIV, 8-10.

Voilà une affirmation bien catégorique, qui a d'autant plus de valeur que, émanant de savants se rattachant notoirement à la théorie de la dualité, elle ne laisse pas moins la porte ouverte au principe de l'origine variolique du cow-pox. Elle me paraîtraît en tous points fondée si elle ne contenait une hypothèse que la science expérimentale a infirmée de la manière la plus évidente.

Comment admettre, en effet, que le cow-pox primitif doit *toujours* être considéré comme *inoculé* alors que cette éruption primitive, lorsqu'elle n'est pas consécutive à une inoculation volontaire, se présente sous la forme exclusive de pustules sphériques identiques à celles que l'on obtient en pratiquant l'inoculation par piqûres et seulement lorsque toutes les conditions techniques ont été mises en jeu pour favoriser ce résultat, procédé qui, comme on sait, a été abandonné, tant dans la culture normale du vaccin que dans les essais de variolation des bovidés, en raison des résultats trop incertains, intermittents qu'il procurait.

Serait-ce alors que la nature est invariablement plus heureuse que l'homme dans ce travail de transmission du virus par contage cutané ? L'hypothèse de MM. Chambon et St. Yves Ménard est, il est vrai, soutenable pour des cas *successifs* de transmission se manifestant dans une même étable, peut-être encore dans une même région, quoiqu'en réalité l'expérience ait démontré que les objets qui entrent normalement en contact permanent avec l'animal bovin (litière, etc.) ne puissent provoquer aussi facilement qu'on l'a cru des érosions superficielles suffisantes pour rendre certaine l'inoculation du virus.

Mais dans les cas de cow-pox absolument isolés de toute influence directe, pour le cas *initial* où la transmission du virus s'est faite à longue distance, à quel mode de contage attribuer l'infection si ce n'est en admettant l'atmosphère comme agent vecteur et les voies naturelles de l'organisme (respiratoires ou peut-être même digestives) comme porte d'entrée et foyer de diffusion ?

Il est universellement admis que la cause primordiale de la rapide extension des épidémies de variole réside précisément dans la transmission de l'agent infectueux par la voie atmosphérique ; pourquoi, dès lors, le même principe ne serait-il pas admis à l'égard de la variole bovine ? On pourrait m'objecter que la théorie de la transmission du cow-pox par l'inoculation semble être confirmée par le fait que l'éruption qui en résulte se localise, presque toujours, aux régions extérieures les plus aisément accessibles et le plus souvent en contact avec les mains de l'homme, le cow-pox restant, dans la plupart des cas, cantonné à la tétine si ce n'est à la vulve et à la muqueuse buccale.

La réponse est aisée. Tout d'abord, on a observé des cas de cow-pox généralisé aux diverses régions du corps ; ce sont là des exceptions, c'est vrai, mais les exceptions sont à considérer ; puis, la vaccine paraît être à la vache ce que l'aphte, par exemple, est à l'homme, c'est-à-dire une maladie dont les phénomènes se manifestent de *préférence* à certaines régions électives qui en raison de leur constitution anatomique, se prêtent mieux au développement des symptômes spécifiques.

Ce fait est surabondamment démontré par des observations relevant de la culture du vaccin, tant chez les jeunes bovidés que chez les adultes. Il n'y a donc rien de surprenant à voir le virus produire spontanément ses effets, chez la vache, aux régions qui présentent une plus grande analogie de constitution avec le tissu cutané de l'organisme humain. Au surplus, il en est de la vaccine chez la vache de même que de la fièvre aphteuse qui, *quelle que soit la voie de contamination*, évolue, chez celle-ci, exclusivement aux régions d'élection qui sont parfois le pis et la tétine, le plus souvent la cavité buccale et le pli interdigital des onglons. Or, il est à remarquer ici, si tant est que cette observation puisse appuyer mon argumentation, que la science expérimentale a démontré, de la manière la plus péremptoire, que la fièvre aphteuse se propage très facilement par les voies digestives, tandis que l'inoculation superficielle du virus aphteux reste, fort souvent, sans résultat.

Les cas originels de cow-pox, déterminés par l'inoculation n'étant rien moins que démontrés, et la transmission du virus infectieux par les voies naturelles ne pouvant être mise en doute, il en résulte la conclusion que si, d'une part, on tient compte de la délicatesse extrême du virus *vaccinal*, son peu de résistance aux influences rapidement atténuantes de l'atmosphère et que, d'autre part, on considère la résistance très grande du virus *variolique* et la facilité avec laquelle il se transporte à de longues distances, force nous est d'admettre qu'en réalité les cas isolés de cow-pox ne doivent pas leur origine à la transmission, à de longues distances, du virus vaccinal, mais bien à une infection variolique.

Au surplus, la statistique nous apprend que la diminution des cas de cow-pox est en raison directe de la fréquence toujours moindre des épidémies de variole. Mais, pourrait-on me dire encore, l'épreuve expérimentale a établi que, pour provoquer sûrement la variole chez la vache, il faut réunir les conditions de technique que la transmission naturelle est loin d'offrir, ce qui semblerait indiquer que le transport naturel du virus variolique à l'organisme bovin n'est en somme pas si aisé.

Cette objection est certainement fondée en tant qu'il s'agit de contamination par la surface cutanée, mais elle ne l'est plus dès qu'il s'agit d'infection par les voies naturelles. Sunderland, ainsi que je l'ai dit au début de cette étude, l'a prouvé en provoquant la variole chez une vache par le simple contact d'une couverture contaminée par des varioleux. Un cas plus récent est celui d'une éruption généralisée observé par M. Pourquier, de Montpellier, chez un veau qui avait sucé un linge laissé par mégarde à sa portée et qui contenait des croûtes de pustules récoltées chez un autre veau inoculé avec du virus variolique. La transmissibilité de la variole à l'organisme bovin est, au reste, si amplement démontrée qu'il me paraît inutile d'insister davantage sur ce point.

Pour arriver au point spécial de notre étude, reprenons très brièvement les arguments que les dualistes apportent à l'appui de leur cause.

Un virus fort ne peut se *transformer* en un autre virus fort, a dit M. Chauveau. Jusqu'à preuve du contraire, ce principe scientifique doit être considéré comme inattaquable car aucun fait expérimental et aucune théorie suffisamment fondée ne sont venus l'infirmer.

Toujours d'après cet auteur, la vaccine ne peut être une variole *atténuée* par son passage dans l'organisme bovin. Nous devons reconnaître ce raisonnement comme également fondé car, dans le cas contraire, l'action atténuatrice que l'organisme bovin aurait sur le virus variolique ne se manifesterait pas seulement au cours des deux ou trois premiers passages de la variole chez la vache, mais d'une manière constante et suivie au cours des générations subséquentes, ce qui entraînerait la prompte extinction du virus.

Ces deux interprétations : *transformation* et *atténuation* du virus, interprétations prises au sens propre de ces deux termes, n'étant pas soutenables, c'est donc ailleurs que nous devons chercher l'explication de ce problème.

Quelques auteurs unicistes supposent que l'organisme bovin crée à l'agent spécifique de la variole une entité spéciale, soit en se l'assimilant, soit par des facteurs d'ordre biologiques qui nous échappent encore, en ne lui permettant pas d'acquérir dans le terrain bovin le développement qu'il peut atteindre dans le terrain humain. C'est, comme nous l'avons vu, de cette manière que le Dr Councilman croit pouvoir déterminer les causes qui différencient les deux processus, variolique et vaccinal. J'ai dit, en mentionnant les expériences de cet auteur, que je ne pouvais adopter cette hypothèse.

En effet, si, comme ce savant l'affirme, le corpuscule qu'il aurait découvert et qu'il croit être l'agent spécifique de la variole, n'atteint, dans l'organisme bovin, que le premier stade, intracellulaire, qui correspond donc à l'état asexué de ce micro-organisme, ce serait reconnaître par cela l'impuissance de celui-ci à proliférer et, par suite, son prompt acheminement vers la dégénérescence. Puis, en outre, en supposant qu'en stationnant dans le terrain bovin ce corpuscule, quoiqu'incomplètement développé, conserve son pouvoir vital, il en résulterait que dès son retour à son milieu d'origine, l'organisme humain, il devrait y retrouver toutes les conditions de nature à favoriser son complet achèvement constitutionnel et, par là, de lui faire récupérer sa virulence primitive.

En abandonnant, en d'autres termes, l'entité bovine, l'agent variolique devrait, dès qu'il se trouve transplanté dans l'organisme humain, recouvrer, dans ce dernier, l'entité humaine à lui spéciale et se traduisant par les phénomènes varioliques qui en sont la caractéristique.

Or, que nous apprend, sous ce rapport, l'histoire de la vaccination jennerienne (de bras à bras), pratique utilisée pendant près d'un siècle ? sinon que, aussi longtemps qu'on a poursuivi la culture du vaccin chez l'homme, ce virus n'a jamais manifesté une tendance à évoluer, en tous points, comme la variole bien caractérisée, et pourtant les incalculables passages subis, de ce fait, par le vaccin dans l'organisme humain, constituaient certainement, au premier chef, des facteurs propres à créer, à nouveau, à l'agent spécifique de la variole, atténué par son passage chez la vache, l'entité première que celle-ci lui avait fait abandonner dans son sein.

Cette explication ne pouvant me satisfaire et aucune autre plus rationnelle n'ayant été avancée jusqu'ici, je me sens poussé à orienter mes investigations dans une autre direction où alors j'en trouve une qui répond mieux à mes modestes exigences et où je trouve des facteurs faciles à déterminer.

⁂

Qu'est-ce que la variole ?

Dans un traité sur cette maladie [1] le Dr de Grandmaison dit à ce sujet :

« Si les bactériologistes n'ont pas découvert l'agent producteur de la variole dans le liquide des pustules, ils y ont trouvé des microbes vulgaires, tels ceux de la suppuration, *qui, par leur présence, sont susceptibles de modifier l'évolution de la maladie*. C'est peut-être en effet dans la variole que les infections *secondaires* jouent le rôle le plus important. c'est ainsi que les vésico-pustules, au moment de leur suppuration. sont envahies par de nombreux microbes pathogènes au nombre desquels se rencontre, avec le plus de fréquence, le staphylocoque doré.

» Le *streptocoque*, dont la sphère d'action grandit chaque jour, se retrouve non seulement dans les pustules, *mais encore dans les viscères*, et, tout récemment, M. Le Dantec (de Bordeaux) a fait parvenir à la Société médicale des hôpitaux une note sur l'action probable de cet organisme dans l'infection variolique . Il émet les conclusions suivantes :

» 1° Dans la variole. *la mort semble dûe le plus souvent à la généralisation du streptocoque dans tout l'organisme.*

---

[1] F. de Grandmaison, *La Variole,* Bibliothèque Charcot-Debove, Paris.

» 2° Le streptocoque se trouve dans les viscères : quelquefois à l'état pur, quelquefois associé avec quelques colonies d'autres microbes, le plus souvent le staphylocoque blanc.

» 3° Sous l'influence de la variole, le streptocoque acquiert une grande virulence.

» 4° *La variole, quelque légère qu'elle soit, sera toujours très grave si elle évolue sur un terrain infecté par le streptocoque.* »

» 5° Comme traitement, il faut prévenir l'invasion par le streptocoque.

M. Auché (de Bordeaux), a trouvé le streptocoque dans le sang et les viscères d'enfants mort-nés, mis au monde par des varioleuses, et se demande si dans ces conditions, la mort du fœtus n'est pas plutôt le résultat d'une *infection secondaire*.

Comme on le voit, l'influence de l'infection septicémique par le streptocoque sur le cours évolutif de la variole est indéniable.

Voyons maintenant si cette infection est simultanée ou consécutive à l'infection variolique et, secondement, quelle peut être la cause de la présence constante du streptocoque chez les varioleux.

Nous nous trouvons ici en face de deux hypothèses d'égale valeur apparente. La première qui reconnaît l'infection streptococcique par les voies cutanées dès l'apparition des phénomènes éruptifs de la variole, et, la seconde, qui admet la présence à l'état latent du streptocoque dans l'organisme.

Je n'hésite pas à déclarer que la première de ces conjectures me paraît infiniment moins applicable que la seconde. Ce qui me l'indique, c'est le fait qu'on a trouvé, en abondance, le streptocoque au sein des pustules varioliques, avant même que la couche épidermique protectrice de celles-ci soit rompue par le phénomène suppuratif. L'invasion streptococcique se serait-elle produite simplement par les pores, par endosmose? Cela ne serait guère admissible; on sait qu'il faut une réelle porte d'entrée à l'agent pathogène pour qu'il puisse évoluer au sein des tissus; or, je crois pouvoir l'affirmer, cette porte d'entrée cutanée n'existe, chez le varioleux, que lorsque, sous l'effet de la maturation des pustules, la cloison épidermique cède à la pression du liquide sécrété par les cellules.

Au surplus, en admettant que l'infection streptococcique ne se produit, dans la majorité des cas, que par la surface cutanée, on ne saurait s'expliquer l'origine de l'invasion des organes internes par cet agent secondaire, le streptocoque ayant été trouvé au sein de ces organes avant même que le phénomène pustulaire variolique ait acquis son complet développement.

La seconde interprétation, quoique plus admissible que la précédente, ne me semble pas davantage devoir être acceptée comme la seule possible. Si, en effet, l'infection streptococcique ne dérivait, dans la totalité des cas, que de la présence à l'état latent dans l'organisme de la bactérie incriminée, la streptococcie devrait inévitablement, et tout aussi régulièrement, se manifester sous l'influence de l'inoculation vaccinale, avec cette seule différence que le processus infectieux vaccinal étant moins intense que celui de la variole, la streptococcie serait également moins aigüe chez le vacciné que chez le varioleux.

Dans la variole, la streptococcie et la staphylococcie font règle; dans la vaccine, ces infections ne constituent que de très rares exceptions et encore n'est-on pas bien sûr que, lorsque celles-ci se manifestent, l'origine n'en est pas due à une infection survenue au cours de l'opération ou après.

Tout en faisant donc la part de la diathèse streptococcique, qui certainement est à compter dans certains cas, je ne puis admettre non plus que cette idiosyncrasie spéciale, cette latence streptococcique, soit considérée comme la cause unique de ce complicateur de la variole.

En repoussant partiellement ces deux interprétations, nous sommes forcés d'en rechercher une troisième qui nous explique l'infection secondaire, dans les cas où les deux précédentes sont impuissantes à en déterminer l'origine.

Si la variole devient contagieuse dès le début de l'éruption, ou peut-être même dès l'apparition du rash qui la précède, il n'en reste pas moins vrai que l'époque à laquelle le varioleux contagionne le plus aisément est celle où il commence à desquamer; cette théorie est admise de nos jours par tous les hygiénistes. Or, qu'est-ce que le produit de la desquamation variolique sinon que le résidu desséché des sécrétions pustulaires, agrégat dont la composition est formée aussi bien de streptocoques, de staphylocoques que de l'agent spécifique de la variole.

Quoi d'étonnant dès lors que l'agent pathogène secondaire, toujours virulent quoique renfermé dans des matières desséchées, dans les détritus épidermiques, accompagne l'élément spécifique de la petite vérole? La dessiccation des matières sécrétées et la transformation de celles-ci en poussières impondérables devraient-elles nécessairement entraîner la dissociation des agents pathogènes qui composent l'agrégat desséché? Nous ne saurions le croire.

On sait que la contagion variolique s'effectue de la façon la plus subtile, la plus insoupçonnée parfois, et que pas n'est besoin du contact avec un varioleux pour être infecté. Dans ces conditions, il devient évident que la transmission ne réclame pas de porte d'entrée accidentelle et cutanée, mais qu'elle se produit par les voies naturelles; j'ajouterai même que ce mode de contamination est, de beaucoup, le plus fréquent. Ceci étant admis, en vertu de quel principe refuserait-on les mêmes facilités de transport, d'un terrain à un autre, quelle que soit la distance, à l'élément septicémique, qui, accompagnant l'agent variolique dans son évolution, le suit encore à la desquamation pour, enfin, s'implanter avec lui, et de même façon, dans le nouveau terrain d'invasion ?

Il résulterait de cette manière d'envisager ce phénomène que l'infection, au lieu d'être *simple*, est au contraire *mixte*, et que c'est dans cette particularité que nous pouvons trouver l'explication des modalités si grandes, si variées que présente la variole dans ses manifestations, non plus parce que le sujet réagit plus ou moins fortement à l'infection variolique, mais bien à cause de sa prédisposition spéciale, plus ou moins grande, à l'égard de l'infection streptococcique.

Ce qui me paraît le mieux prouver encore c'est que chez des non-vaccinés, c'est-à-dire donc totalement réceptifs, on observe des évolutions varioliques des plus simples, des varioloïdes très bénignes jusqu'aux éruptions les plus graves avec phénomènes septicémiques aigus.

La petite vérole n'est, au reste, pas la seule affection qui nous donne un exemple de cette symbiose ; on n'ignore pas que le pronostic de la diphtérie est considérablement assombri par l'association du streptocoque au bacille de Lœffler ; que le pneumocoque s'exalte sous l'influence de cet organisme septicémique ; que l'infection typhique est aggravée par l'infection simultanée streptococcique ; qu'on a constaté la présence de cet agent pathogène dans la scarlatine, voire même dans la rougeole, affections dont il modifie le processus : qu'il est l'agent déterminant de l'infection puerpérale, de l'érysipèle, etc.

L'action combinée et aggravante du streptocoque dès le début de l'infection variolique ne saurait donc être logiquement contestée. On pourrait m'opposer ici l'idée que, si la transmission du streptocoque était si aisée, les cas de streptococcie indépendante de toute autre infection simultanée devraient être très fréquents. Il me suffirait, pour réponse, de rappeler les nombreux cas observés d'érysipèle, ne dérivant pas d'un traumatisme accidentel ou opératoire, des infections puerpérales, les statistiques en abondent. J'ajouterai cependant que, dans le cas spécial qui nous occupe, nous n'avons pas affaire à une seule cause déterminante mais à deux, susceptibles de s'influencer réciproquement de telle manière que l'une prépare le terrain à l'autre, la variole imprimant à l'organisme un état prédisposant à la streptococcie, tout comme cette dernière aggrave le processus variolique.

Si, maintenant, nous adoptons l'intervention du streptocoque comme complicateur constant et naturel de la variole, et dès le début de celle-ci, nous trouvons dans cette circonstance l'explication d'un des phénomènes pathologiques qui font que, tout en dérivant du même agent spécifique, la variole et la vaccine évoluent avec des caractères très différents sur le terrain humain, alors que ce n'est pas le cas pour l'organisme bovin.

En effet, la présence du streptocoque au sein de la matière récoltée sur l'animal constitue une exception, que le virus inoculé soit originaire du cow-pox ou de la variole. Pour être assuré plus complètement de ce fait en ce qui concerne la matière vaccinale issue de la variole, j'ai demandé à mon honorable collègue M. le D^r^ Chaumier, de Tours, si, au cours de ses très récentes expériences de variolation de l'âne et des bovidés, il avait procédé aux analyses bactériologiques des produits obtenus en première génération et dans les passages subséquents ? Voici ce qu'il me répondit :

« Permettez-moi de vous répondre deux mots seulement à la hâte : je suis très pris et pour toute autre chose que la vaccine.

» Le D^r^ Boureau a cultivé les produits dérivés de la variole. Il a trouvé exactement les mêmes microbes que dans le vaccin ordinaire, *pas de streptocoques.* »

Cette réponse, à laquelle je m'attendais du reste, est confirmée par le fait bien connu que l'animal bovin étant totalement inapte à produire le sérum antistreptococcique, il s'en dégage inévitablement l'indication que le streptocoque ne peut évoluer dans ce terrain avec la même facilité que dans le terrain humain.

Sans doute il existe des affections inhérentes à la race bovine qui présentent du streptocoque, mais on peut se demander si, dans ces cas, l'agent streptococcique bovin trouvé, quoique morphologiquement analogue au streptocoque humain, dérive bien de la même espèce que ce dernier. Le doute est permis en raison des variétés très grandes que présente cette famille de micro-coccus et de l'action spécifique distincte, supposée de nos jours, de chacune de ces variétés. N'est-ce pas précisément à cause de cette particularité que les Instituts sérothéraphiques se sont vus dans la nécessité de produire un sérum antistreptococcique polyvalent, c'est-à-dire provenant de chevaux immunisés contre les diverses espèces de streptocoques, afin qu'il ait un pouvoir antitoxique efficace dans les infections dérivant de ces diverses variétés de bactéries pathogènes.

Dans un travail que j'ai eu l'honneur de présenter ici il y a trois ans[1] j'exprimais déjà mes doutes au sujet de la pathogénéité des diverses bactéries que l'on trouve *normalement* dans la pulpe vaccinale récoltée de l'animal bovin avec les précautions d'asepsie et d'antiseptie les plus rigoureuses. Je me bornerai donc à mentionner à l'appui de ce qui précède le fait que lorsqu'on inocule à un sujet réfractaire un vaccin reconnu porteur de staphylocoques et même de streptocoques d'origine bovine, la plaie n'ayant pas évolué au point de vue vaccine, cicatrise sans présenter les phénomènes les plus minimes d'une infection septicémique quelconque.

---

[1] E. Félix. *Les réactions consécutives à l'inoculation vaccinale ;* « Bulletin de la Société Vaudoise des sciences naturelles ». Vol. XXXVI, N° 137.

Ce simple fait démontrerait donc que, si ces bactéries sont pathogènes pour l'animal, elles ne le sont pas pour l'homme, tout au moins lorsqu'elles se trouvent englobées dans la masse vaccinale. On saisira dès lors aisément la conclusion qui s'en dégage à première vue : dès que le virus variolique se trouve transplanté dans l'organisme bovin, par les voies naturelles ou par l'inoculation, l'élément spécifique de la variole seul y évolue, tandis que les bactéries pathogènes secondaires qui l'accompagnaient y succombent, ne rencontrant pas dans ce terrain les conditions électives suffisantes.

La symbiose variolo-streptococcique prenant fin par le passage du virus variolique dans le terrain bovin, c'est dans ce premier et important facteur que nous trouvons une des raisons principales expliquant les caractères cliniques qui différencient la variole de la vaccine.

Ce facteur de complication n'existant plus dans la vaccine normale, il nous reste à établir les causes qui font que la variole se traduit toujours par des phénomènes éruptifs généralisés, tandis que la vaccine reste presque toujours localisée au point d'inoculation.

Si je dis que la vaccine reste presque toujours localisée, c'est qu'en effet, chacun le sait, on observe quelquefois des éruptions vaccinales généralisées présentant une assez grande analogie avec les éruptions bénignes de la variole, les varioloïdes, par exemple, dans lesquelles l'infection septicémique secondaire joue un rôle effacé et dont le pronostic est des moins graves, précisément en raison de la présence, en minime quantité, des agents pathogènes la déterminant.

Il me serait même facile, dans l'intérêt de la cause que je soutiens ici, de faire état de ces vaccines généralisées pour mieux asseoir les caractères d'analogie qui lient la variole et la vaccine. Mais, laissons ce facteur de conviction trop aisé pour n'envisager que les états les plus opposés des phénomènes éruptifs que présentent les deux affections qui nous occupent.

Les dualistes disent : la variole reste, par ses caractères objectifs, la variole ; tandis que la vaccine, par ses effets bénins, reste la vaccine. Cet axiome semblerait confirmé par la facilité avec laquelle les deux affections peuvent évoluer simultanément chez les sujets vaccinés au moment où ils sont déjà en puissance de variole ; la pathologie a déjà expliqué la coexistence des deux maladies chez un même individu. Reprenons donc seulement les conditions propres à déterminer l'origine unique du parasite qui, chez un même sujet, peut évoluer de manière différente.

L'infection variolique naturelle nécessite un délai d'incubation pouvant varier de 10 à 14 jours entre la date de la pénétration des éléments spécifiques et celle de l'apparition des premiers phénomènes cutanés : rash ou éruption. Cette période latente, qui peut même se poursuivre jusqu'à 22 jours, ainsi que l'affirme le Dr Alexandrojanos, est un indice du temps qu'il faut à l'agent de la variole pour se porter de son centre de pénétration dans l'organisme à la périphérie du corps où il doit produire ses derniers effets.

Cette période transitoire indique également que l'infection ne peut partir des couches cutanées mais qu'elle trouve sa source dans les organes internes, respiratoires ou digestifs, et que c'est dès ce point de départ qu'elle se généralise dans tout l'organisme. L'apparition simultanée en diverses régions du corps des phénomènes éruptifs le démontre de la manière la plus évidente.

Le transport de l'agent infectieux se faisant tout naturellement par le courant lymphatique, celui-ci véhicule, chez le réceptif, le virus dans toutes les directions, sans aucune entrave.

Dans l'inoculation superficielle, le processus d'invasion procède d'une façon diamétralement opposée ; l'insertion se faisant d'habitude sur les membres, bras ou jambe, le virus est entraîné d'un point de la périphérie du corps vers son centre, et voilà comment il se fait que les vaccines généralisées consécutives à l'inoculation ne se manifestent, en général, que lorsque l'éruption locale a atteint son terme de développement. Et ce qu'il y a de remarquable dans ce phénomène, c'est que le délai s'écoulant entre l'inoculation et l'apparition des pustules vaccinales généralisées ne dérivant pas d'une auto-inoculation, correspond assez exactement à celui de la période d'incubation de la variole.

C'est donc simplement à la diversité du mode originel de diffusion, au sein de l'organisme, de l'agent infectieux, que sont dus les caractères différentiels des processus éruptifs de la variole comme de la vaccine. Devrions-nous chercher une preuve à l'appui de cette thèse que nous la trouverions tout naturellement dans les adénopathies généralisées provoquées par l'infection variolique, dont elles sont, avec le frisson initial, l'un des prodromes infaillibles. Dans l'infection naturelle, l'adénopathie *précède* les phénomènes cutanés, tandis que dans l'invasion par l'inoculation, les adénites sont, lorsqu'elles se produisent, ce qui n'est pas toujours le cas, *simultanées* à l'éruption, si même elles ne lui sont pas consécutives.

Il est, par suite, parfaitement compréhensible qu'un virus attaquant l'organisme par deux voies différentes, se présentant dans les mêmes conditions de spécificité propre, mais non plus de pathogénéité, donne lieu à deux processus également différents. On pourrait, avec juste raison, se demander ici à quels facteurs étaient dus alors les accidents généralisés qu'on observait dans la pratique de la variolation préventive, accidents analogues à ceux que provoque la variole par la contanimation naturelle?

Le virus variolique inoculé dans ces cas était reporté directement d'homme à homme, et n'avait donc pas subi l'action *épurative*, qu'on me passe le terme, que lui imprime son passage dans l'organisme bovin et que, conséquemment, en inoculant l'élément spécifique de la variole, on insérait du même coup ses congénères pathogènes, seuls fauteurs des désordres inhérents à la variole.

En second lieu, il faut prendre en considération le fait qu'une grande partie de ces inoculations varioliques se pratiquaient sur le terrain de contamination, en cours d'épidémie et que, dès lors, aucune garantie ne pouvait être donnée que le sujet n'était pas sous puissance de l'infection naturelle au moment de son inoculation. Ce facteur seul suffirait donc à nous expliquer les cas d'éruptions généralisées, avec phénomènes septicémiques, consécutifs à l'inoculation, alors que celle-ci n'en était pas la cause déterminante.

Unicistes et dualistes n'ont pu s'entendre jusqu'ici par la raison bien simple que toute la discussion a porté plus spécialement sur l'action spécifique du *virus*. A mon avis, pour accepter le principe de l'unicité de la variole et de la vaccine, nous devons abandonner cet objectif, devenu trop général dans l'état actuel de la science, pour n'envisager que l'action spécifique du *parasite* dont le virus, qui le transmet, ne doit plus être considéré que comme le simple véhicule.

Les virus variolique et vaccinal sont des agrégats complexes; d'une complexité différente, il est vrai, due à la diversité de nature du terrain qui les a produits; mais ces agrégats n'en renferment pas moins le même élément, ayant une spécificité identique, qui ne subit ni transformation, ni atténuation, ni modification dans le cours normal des choses et en tant que des causes étrangères à sa nature propre, d'ordre secondaire en l'espèce, ne l'entraînent pas vers la dégénérescence.

Que ce parasite doive son origine au cow-pox ou à la variole, il est susceptible, au cours de sa culture dans le terrain bovin, des mêmes influences de variabilité dans ses manifestations, influences dues aux facteurs d'ordre intrinsèque ou extrinsèque. Pourrait-il en être de même de deux parasites d'origine différente? Je ne saurais le croire.

Les phénomènes éruptifs d'aspects morphologiques les plus opposés ne pourraient même militer en faveur d'une dualité d'origine, car ils s'expliquent de la manière la plus naturelle par la diversité de nature des terrains qui les déterminent.

MM. Thiercelin et Jouhaud viennent de démontrer, par des expériences de la plus haute importance, que l'entérocoque, microbe saprophyte, peut, sous l'influence de milieux de culture de diverses natures, prendre les formes les plus variées. Par de simples artifices de labaratoire ils ont transformé ce microbe en staphylocoque, en streptocoque ; ils en ont fait des tétrades, voire même des bacilles! Ce sont là des résultats qui ouvrent une porte nouvelle à des théories jusqu'ici les moins prévues.

⁂

La parole reste encore au laboratoire, la clinique s'étant prononcée en connaissance de cause. Sans doute des expériences décisives resteraient encore à faire. Ainsi, je suis persuadé que, si on pouvait introduire, par les mêmes moyens qu'emploie la nature dans la transmission de la variole, un vaccin bactériologiquement pur, né du *cow-pox*, dans un organisme humain exempt de diathèse streptococcique, on observerait les mêmes phénomènes généralisés que la variole entraîne avec elle, moins les complications septicémiques.

Je suis également convaincu que, si on pouvait, par les mêmes procédés naturels, faire pénétrer dans un organisme humain réceptif un vaccin virulent, originaire du cow-pox, dans lequel on aurait incorporé le streptocoque et le staphylocoque de l'homme, on s'exposerait à voir se déclarer une variole généralisée avec ses formes les plus graves.

En fait, cette dernière expérience est aisément exécutable, mais il est à douter qu'un expérimentateur, désireux de résoudre cette question, se livre à un exploit de ce genre que la recherche de la vérité scientifique ne saurait jamais justifier.

* * *

Arrivé au terme de mon étude, je ne puis mieux faire qu'en la résumant dans les conclusions suivantes auxquelles elle m'amène logiquement :

1° La variole et la vaccine dérivent d'un seul et même agent spécifique.

2° L'élément spécifique de la variole ne se transforme ni ne s'atténue par son passage dans l'organisme bovin, le virus seul qui en est l'agent vecteur s'y modifie dans sa composition.

3° L'organisme bovin a pour effet de dissocier du parasite de la variole les agents pathogènes secondaires imprimant à celle-ci le processus qui lui est propre.

4° Reporté à l'homme, après son passage sur le terrain bovin, le parasite de la variole y évolue avec les formes classiques du cow-pox.

5° Le virus variolo-vaccinique, produit selon les règles de la science actuelle, peut être employé au même titre que le vaccin issu du cow-pox, duquel il ne se différencie sous aucun rapport quand à ses effets.

6° Toute crainte née du danger qui résulterait pour l'hygiène publique de l'insuffisance ou de la disparition complète des cas de cow-pox, en la privant, de ce fait, de ses moyens de lutte contre la variole, n'est plus justifiée : l'élément préventif pouvant être puisé à la source même de l'agent infectieux pour être cultivé et produit au même titre et dans les mêmes conditions d'efficacité et d'innocuité que le cow-pox.

Laboratoire de Chimie physiologique de la Clinique médicale

Directeur : Professeur-Dr BOURGET

UNE IMPURETÉ NON ENCORE SIGNALÉE
DE L'OXYDE DE MAGNÉSIUM

PAR LE

Dr Casimir STRZYZOWSKI,
Professeur de Chimie médicale à l'Université de Lausanne.

J'ai publié au mois de janvier, dans le journal *Oesterreichische chemiker-Zeitung*, 1903, N° 2, un travail intitulé : *Un nouveau procédé d'incinération pour le dosage du chlore dans les liquides et organes d'animaux, ainsi que dans les denrées alimentaires.* Sans pénétrer ici dans les détails de ce travail à qui est dù la communication présente, je crois cependant qu'il est nécessaire de signaler que c'est l'oxyde de magnésium qui sert dans le nouveau procédé comme intermédiaire de l'incinération. Les avantages qu'offre cette combinaison sont multiples. D'abord l'oxyde de magnésium empêche la volatilisation du chlore dans le chlorure d'ammonium. Il empêche, en outre, le boursouflement si désagréable des résidus d'évaporation de certains liquides organiques (tels que le lait, le sang, l'urine, etc.) par la chaleur. Enfin la nature basique de l'oxyde de magnésium exerce encore à la température du rouge sombre une action chimique sur les composés organiques, ce qui explique la facilité (relative) avec laquelle l'incinération a lieu. Cette action de l'oxyde de magnésium se manifeste aussi sur les composés chlorés ou sulfurés organiques comme le démontrent les expériences suivantes.

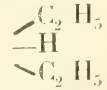
En évaporant par exemple 10 cc. d'urine additionnée d'environ 0,5 % de chloroforme avec 1 gr. de MgO et en calcinant le résidu sec, la teneur de l'urine en chlore est toujours supérieure à celle déterminée avec la même urine non additionnée du chloroforme.

Une autre fois, j'ai observé que le pourcentage chloré d'une urine d'un malade, quand on se servait du procédé de Volhard-Salkowski, était inférieur à celui que l'on obtenait lorsqu'on appliquait la méthode de l'incinération par la magnésie. J'ai immédiatement pensé à la présence d'une combinaison organique chlorée telle que, par exemple, l'acide urochloralique. En effet, j'ai appris après que le malade avait reçu la veille une dose de chloral.

Voulant me convaincre davantage de l'action fixatoire de la magnésie pour le chlore des substances organiques, j'ai calciné, après humectation et dessication, 0,2 gr. d'ester éthylique de l'acide chloro-nitro salicylique. Après dissolution dans l'acide nitrique, le nitrate d'argent a donné un précipité assez abondant.

Mais ce n'est pas seulement pour le chlore organique que la magnésie calcinée manifeste une certaine affinité. Il en est de même pour le soufre organique. Le sulfonal, trional ou tétronal, calciné avec de l'oxyde de magnésium, donne naissance à du sulfate de magnésium en forte proportion. Le groupe SO_2 se transforme en $\begin{matrix}-O-\\-O-\end{matrix}SO_2$ Le même phénomène a lieu lorsqu'on triture quelques centigrammes de soufre avec 1 gr. d'oxyde de magnésium. Le mélange humecté, desséché et finalement calciné fournit du sulfate de magnésium. Une partie du soufre des matières protéiques paraît subir une transformation semblable. En calcinant un peu de rate finement coupée avec de l'oxyde de magnésium, j'ai perçu de l'odeur de l'hydrogène sulfuré après dissolution du résidu de la calcination. Cette odeur ne paraissait pas lorsque la calcination fut assez longtemps prolongée.

Considérant le pouvoir de fixation de l'oxyde de magnésium pour le chlore et le soufre organiques — pouvoir évidemment toujours incomplet, mais utilisable peut-être pour certaines recherches qualitatives — je me suis demandé : qu'arrivera-t-il si l'on calcine l'arsenic ou un de ses sels en présence des matières organiques et de l'oxyde de magnésium ? L'arsenic se volatilisera-t-il ou bien restera-t-il fixé par la magnésie ? Les expériences que j'ai instituées dans ce but sont les suivantes :

Trois fois 10 cc. d'urine furent additionnés d'un $^1/_{1000}$, $^1/_{100}$ et $^1/_{10}$ de milligramme d'As_2O_3, puis, chaque portion évaporée en présence de 1 gr. de Mg O. Les résidus de l'évaporation furent remis, après calcination, à M. le Dr Cevey, qui travaillait au laboratoire d'hygiène et de parasitologie de M. le professeur-Dr Galli-Valerio, avec le penicillium brevicaule[1]. Cet hyphomycète met, comme on le sait, l'arsenic en liberté, sous forme de  $As\begin{cases} C_2H_5 \\ H \\ C_2H_5 \end{cases}$ et c'est sur l'odeur nettement alliacée de cette combinaison volatile que se base la recherche biologique de l'arsenic de Gosio. Les résultats que M. le Dr Cevey a obtenus, après le développement du parasite mentionné sur les trois résidus de calcination, étaient les suivants :

Urine 10 cc. + 1 g. Mgo + 0 mg 001 As_2o3 = douteux
» 10 cc. + 1 g. » + 0 mg 01 » = positif
» 10 cc. + 1 g. » + 0 mg 1 » = positif

---

[1] *L'arsenic au point de vue de l'hygiène et sa recherche par la méthode biologique de Gosio.* Thèse de doctorat présentée à la faculté de médecine de Lausanne par L. Cevey. 1902.

Ces résultats étaient évidemment encourageants pour la continuation des recherches dans ce sens. Je me suis alors procuré de l'urine d'une malade qui recevait 0,05 gr. de cacodylate de Na *pro die*. En opérant comme précédemment avec 1 gr. de Mg O, le résidu de la calcination[1] dissout dans l'acide sulfurique et introduit dans l'appareil de Marsh m'a donné *un très fort miroir d'arsenic*. Cela prouve que malgré la présence des matières organiques l'arsenic ne disparaît pas comme théoriquement on pourrait le supposer, et que la magnésie retient énergiquement ce métalloïde. La proportion de cette rétention est telle qu'une nouvelle méthode de recherche qualitative et éventuellement quantitative pourra s'y baser; je me réserve le développement de cette méthode pour une communication ultérieure.

La magnésie se comportera-t-elle aussi de la même façon vis-à-vis du sulfure d'arsenic (As_2S_3)? Pour répondre à cette question, qui pourrait surtout intéresser le chimiste-toxicologue, j'ai pris deux portions de foie, de 100 gr. chacune, en additionnant une seulement de 0 mg. 01 d'As_2O_3. Après la destruction des deux portions conformément au procédé de *Fresenius* et *Babo*, les deux précipités, obtenus par l'introduction de l'hydrogène sulfuré dans les liquides exempts de chlore, furent recueillis sur deux filtres et après lavage, découpés, puis mélangés chacun avec 1 gr. de Mg O et additionnés de 10 cc. d'eau. Après dessication et calcination, le résidu, qui devait être exempt d'arsenic, fut dissout dans l'acide sulfurique et introduit dans l'appareil de Marsh, où, contre toute attente, il s'est formé un anneau très distinct et donnant les réactions d'arsenic.

---

[1] Lorsqu'on calcine dans un creuset en porcelaine, comme cela a été cette fois le cas à cause de l'éventualité de la présence d'une plus forte quantité d'arsenic, la première calcination donne presque toujours une magnésie grisâtre (reste de charbon). Comme cette dernière doit être absolument blanche, on la soumet à une seconde calcination après l'avoir préalablement triturée, humectée avec quelques centimètres cubes d'eau et desséchée.

D'où pouvait donc provenir cet arsenic? Il ne pouvait en tout cas pas être issu du foie, car physiologiquement on n'y en a jamais trouvé trace. Les réactifs : HCl, $KClO_3$, H_2SO_4 et Zn employés n'en contenaient non plus et le creuset en porcelaine dont je me suis servi était neuf et soigneusement lavé! L'arsenic constaté ne pouvait donc provenir que de l'hydrogène sulfuré (qui en contient toujours des quantités variables lorsqu'on part du sulfure de fer du commerce)[1], ou bien du papier à filtrer, ou encore de la magnésie calcinée. L'hypothèse que cette dernière combinaison en pouvait contenir est fort peu plausible, car c'est justement elle qui sert directement ou indirectement comme contre-poison de l'arsenic. Il a fallu néanmoins la soumettre à l'épreuve de l'appareil de Marsh, et c'est en opérant avec 1 gr. de cette substance que j'ai vu apparaître au bout de très peu de temps de nouveau un anneau, tout à fait identique au précédent. En contrôlant et répétant ces essais, j'ai obtenu toujours le même résultat et il ne pouvait plus subsister de doutes sur la présence de l'arsenic dans la magnésie employée.

---

[1] L'aveu que fait M. A. Gautier au sujet de la teneur de la glande thyroïde etc., en arsenic dans son dernier travail intitulé : « L'arsenic existe-t-il norma, lement dans tous les organes de l'économie animale ? » démontre quelle déception fâcheuse peut causer la méconnaissance de ce fait, Bull. de la Soc. chim. de Paris, 1903, 913. M. A. Gautier y dit textuellement (p. 919) : « Toutefois je m'empresse de reconnaître que mes toutes premières expériences faites sur la glande thyroïde et la glande mammaire m'ont donné des résultats beaucoup trop élevés, soit que l'hydrogène sulfuré que j'employais et que j'ignorais d'abord contenir de l'arsenic en ait introduit une quantité sensible, soit pour toute autre cause qui m'échappe. J'ai fait moi-même, et de mes mains, toutes les expériences d'étude des réactifs, de la méthode, j'ai assisté à toutes les autres ; mais on comprend que les détails de nombreuses manipulations aient dû être confiés à des tiers et qu'il ait pu se glisser, surtout au début, quelque manque de précautions dont ils méconnaissaient l'importance, celle par exemple de placer un tube à coton à la suite du dernier laveur à l'H_2S pour arrêter les moindres gouttelettes d'un liquide qui pouvait contenir des traces d'arsenic. »

Cette constatation fut le point de départ d'un examen plus étendu des magnésies calcinées du commerce. En essayant un second puis un troisième échantillon, j'ai obtenu un résultat semblable. Enfin sur dix sortes de magnésium provenant de diverses maisons, pharmacies et drogueries suisses, il n'y en avait que trois seulement exempts d'arsenic. A l'étranger ce n'était guère bien mieux. De 31 échantillons venant de Berlin, Königsberg, Londres, Milan, Paris, Vienne, etc., il y en avait 19 arsénicaux[1]. Cela fait que sur 41 échantillons, 26 contenaient de l'arsenic, soit 63.4 %. La proportion dans laquelle ce dernier se trouvait dans la magnésie, oscillait entre 0,001 mg. — 0,05 mg. par gramme de MgO ou 0,1 mg. — 5 mg. % calculé en As_2O_3.

Comme je me suis servi, au cours de ces recherches, d'une modification simplifiée de l'appareil de Marsh (modification sur laquelle paraîtra sous peu un mémoire et dont les avantages peuvent se résumer déjà dans les lignes suivantes : Absence complète des bouchons en liège ou caoutchouc avec suppression facultative du tube dessicateur. Pas de danger d'explosion. Economie en temps, en réactifs et surtout en matériel à examen. Sensibilité non encore atteinte et allant jusqu'à $^1/_{10\,000\,000}$ de gramme d'As_2O_3), je n'employais qu'un gramme de MgO fraîchement calciné pour chaque essai.

La présence de l'arsenic dans un médicament comme la magnésie calcinée — employée non seulement comme antidote de l'arsenic, mais encore assez fréquemment comme antiacide, laxatif et absorbant des gaz intestinaux — peut naturellement susciter certaines appréhensions, bien justifiées du reste, et soulever les deux questions suivantes :

---

[1] Une des magnésies calcinées les plus pures que j'ai examinées m'a été envoyée comme échantillon par la Chemische Fabrik auf Aktien vorm. E. Schering; elle ne contenait point d'arsenic et ne donnait pas de précipité avec H_2SO_4 ($CaSO_4$!)

1° L'arsenic contenu dans l'oxyde de magnésium peut-il avoir une influence défavorable sur l'organisme de l'homme ?

2° L'arsenic contenu dans l'oxyde de magnesium peut-il cas échéant induire en erreur un chimiste chargé d'une analyse, en cas d'une intoxication incertaine où une magnésie arsenicale fut administrée comme contre-poison ?

Répondant à la première question je crois pouvoir affirmer que la petite quantité d'arsenic dans la magnésie calcinée ne peut être ni nuisible, ni utile, car son absorption est difficile ou même impossible. L'arsenic s'y trouvant sous forme d'arséniate basique de magnésium ($Mg_3As_2O_8$), une combinaison pratiquement insoluble dans un milieu neutre ou alcalin ne peut passer en solution que du côté de l'estomac. Mais étant donné le fort excès de magnésium ou mieux de $Mg(OH)_2$ qui l'accompagne et dont quelques grammes neutralisent vite la faible acidité du suc gastrique, l'arséniate basique de magnésium se trouvera de nouveau en milieu alcalin et quittera l'organisme inabsorbé à peu près comme le sulfate de Ba ou le sulfure de Hg. D'ailleurs, même en cas d'une dissolution et absorption partielle, quel effet pourrait bien avoir une dose aussi minime sur l'homme ? Enfin, voilà plus d'un demi-siècle écoulé depuis qu'on emploie la magnésie, sans qu'on ait jamais eu l'occasion de signaler des troubles provenant de son ingestion. La magnésie contient elle-même l'antidote de la petite quantité d'arsenic qu'on y trouve.

Si, au point de vue thérapeutique, la magnésie arsénicale paraît être dépourvue de tout danger, il en est un peu autrement au point de vue médico-légal. Supposons donc un instant, comme je l'ai fait entrevoir dans la seconde question, qu'un médecin soignant un malade chez lequel il soupçonne un empoisonnement par l'arsenic, lui fait administrer de la magnésie arsénicale comme contre-poison. Pour mieux confirmer son diagnostic, il fait recueillir après les déjections et les matières vomies et les envoie en examen immédiat à un chimiste. Si la magnésie administrée contenait par hasard un peu plus d'arsenic (0,05 mg. par gramme, par exemple, comme j'ai eu l'occasion de le constater dans les échantillons de Paris et de Milan), le résultat positif de l'examen paraîtra évidemment trop suggestif — bien que le malade, loin d'avoir été empoisonné, se soit rétabli — pour ne pas admettre qu'il y a eu une intoxication arsénicale. Voilà donc une source pour toutes sortes de suppositions fausses et qui sait combien désagréables pour le malade et son entourage.

Je conclus donc que, si le médecin peut au point de vue thérapeutique ne pas tenir compte de la petite proportion de l'arsenic contenue dans l'oxyde de magnésium, le chimiste expert ne doit pas la perdre de vue quand il s'agit de procéder à la recherche de l'arsenic dans un cas suspect.

Et maintenant encore une dernière question. D'où peut provenir l'arsenic dans la magnésie? C'est assez difficile de le dire pour le moment. L'hypothèse que l'arsenic passe dans la magnésie, pendant la calcination du carbonate de magnésium, des marmites en fonte de fer arsénical par une sorte de transpiration, ne paraît pas bien admissible. Par contre, il se peut fort bien que ce soit par l'intermédiaire du sulfate de magnésium impur, servant à la fabrication de divers composés magnésiens et obtenu par l'action de l'acide sulfurique ordinaire sur la dolomite, que l'arsenic pénètre dans l'oxyde de magnésium. Je dois encore signaler que l'examen de trois échantillons de carbonate de magnésium y a relevé également la présence de l'arsenic.

Laboratoire d'Hygiène et de Parasitologie de l'Université de Lausanne

SUR LA PRÉSENCE DE MOCHLONYX VELUTINUS. RUTHE
DANS LE CANTON DE VAUD

PAR

Bruno GALLI-VALERIO et Jeanne ROCHAZ-de JONGH

Communication
faite à la Société Vaudoise des Sciences Naturelles
à la séance du 4 novembre 1903.

(Planche IV.)

Au cours de nos recherches sur la distribution des Anopheles dans les anciens foyers de malaria du canton de Vaud et sur la biologie des Culicidés [1], nous avons eu l'occasion de faire quelques observations sur cette importante famille de diptères, observations qui peuvent intéresser la zoologie de la Suisse.

Nous voulons cette fois attirer l'attention sur un genre très peu connu, signalé jusqu'à maintenant seulement en Angleterre, Scandinavie, Allemagne et Danemark, et dont nous avons découvert un foyer très limité dans le canton de Vaud, foyer qui serait de la sorte le plus méridional parmi ceux signalés jusqu'à présent.

Il s'agit du genre *Mochlonyx. Loew*, qui, bien que créé pour la première fois par Loew en 1844 [2], a été très peu étudié, de sorte que, même dans les monographies les plus récentes et les plus complètes sur les Culicidés, on ne trouve rapporté que ce qui a été écrit par Ruthe, Loew, Walker et Meinert. En effet, Theobald [1] dans son grand ouvrage sur les Culicidés, dont le troisième volume a paru cette année, écrit à propos de la larve de cette espèce : « *Je ne connais aucune autre description en dehors de celle de Meinert* » ; et plus loin il insiste sur le fait que la larve de *Mochlonyx* n'a été vue que par Meinert. Enfin, dans le troisième volume publié en 1903, il dit qu'il ne peut rien ajouter par rapport au genre *Mochlonyx*.

---

[1] Bull. de la Soc. vaud. des sc. nat., 1901, XXXVII, nº 142, p. 581, et *Atti della Società per gli studi sulla malaria,* vol. IV, 1903.

[2] *Entom. Zeit.,* Stett. V. 121.

Il est donc établi que ce genre n'a pas fait l'objet d'observations depuis de longues années, et qu'aucun nouveau foyer n'a été signalé où l'on puisse rencontrer ce genre. Ce fait nous a été confirmé par le prof. Bezzi, certainement un des diptérologues les plus connus d'Europe, et qui travaille justement au catalogue des diptères européens ; nous lui adressons ici nos plus vifs remerciements pour les renseignements qu'il a bien voulu nous donner. Il n'est donc pas sans intérêt d'exposer ici le résultat de nos recherches.

La présence de *Mochlonyx velutinus* dans le canton de Vaud a été constatée pour la première fois par un de nous (J. Rochaz) au commencement d'avril 1902, dans le bois de Montcherand sur Orbe, à 570 m. d'altitude [2]. Il existe là, au milieu du bois, un espace qui présente une grande quantité de dépressions remplies de feuilles mortes, à côté d'autres dans lesquelles végètent des carex et des roseaux. Toutes ces dépressions sont remplies d'eau une partie de l'année, surtout à la suite de la fonte des neiges. Pendant une autre partie de l'année, elles sont à sec. C'est justement dans ces dépressions et spécialement dans celles remplies de feuilles mortes, que nous avons trouvé les larves et les nymphes de *Mochlonyx*, parfois en très grande quantité, parfois en petit nombre, seules, ou comme cette année nous avons pu le constater, avec un grand nombre de larves et de nymphes des *Culex vexans*, Meigen. Cette localité, nonobstant toutes nos recherches, a été la seule dans laquelle nous avons pu trouver des larves de *Mochlonyx* jusqu'à cette année, où le 24 mars et le 1er avril nous avons trouvé respectivement une et deux larves dans une petite gouille de la plaine de l'Orbe près de la colonie. Ce sont les seules larves de *Mochlonyx* que nous avons trouvées en dehors du bois de Montcherand. Il est très curieux de noter comme cette espèce s'est cantonnée dans un espace si limité, bien qu'il y ait d'autres marécages dans les environs immédiats, tels que ceux de Boven, situés seulement 30 m. environ plus bas. Nous sommes même presque portés à croire que les trois larves trouvées dans la plaine de l'Orbe sont un fait d'ensemencement accidentel, par l'intermédiaire de nos passoires et de nos éprouvettes auxquelles pouvaient avoir adhéré les œufs, encore inconnus, de cette espèce, à la suite des recherches faites dans les gouilles de Montcherand. La chose semble d'autant plus vraisemblable que nous avons trouvé ces larves dans des gouilles qui sont très fréquemment visitées par nous, pour les études de la biologie des Culex et des Anopheles. Ni dans le reste du canton de Vaud, ni dans le Valais, ni en Valteline, malgré de très nombreuses recherches faites pour les observations sur les Anopheles, il ne nous a été possible de rencontrer ce diptère.

---

[1] *A monograph of the Culicidæ*, 1901-1903. London.

[2] *Centralbl. für Bakt.*, XXXII. Bd. N. 8/9, p. 601.

L'habitat que nous avons trouvé correspond exactement à ce qu'en dit Meinert, lequel note que l'on trouve surtout les larves de *Mochlonyx* dans les dépressions des bois remplis d'eau et avec des feuilles mortes. Lui aussi signale le fait de les avoir souvent rencontrées avec un grand nombre de larves de Culex.

Les caractères présentés par cette larve (pl. IV, fig. 1), comme nous avons eu l'occasion de le signaler dans un autre travail[1], la rapprochent beaucoup de la larve de Culex. Comme celle-ci en effet, elle présente une tête très large avec de puissantes mâchoires, et l'extrémité postérieure du corps se termine par un tube respiratoire conique auquel aboutissent les trachées. Mais il suffit d'avoir vu des larves de Culex pour les différencier immédiatement de celles de *Mochlonyx*.

Celles de *Mochlonyx* sont en effet transparentes, leur thorax forme une sorte de bosse entre le corps et la tête, et cette dernière forme un angle très accentué avec le thorax. Si on examine en outre la façon dont la larve se comporte dans l'eau, on remarque aussi immédiatement une différence : les larves de *Mochlonyx* sont moins mobiles que celles de Culex et bien qu'elles viennent respirer à la surface de l'eau de la même façon, c'est-à-dire en y appliquant l'extrémité de leur tube respiratoire, elles se tiennent plus longtemps immobiles dans les couches moyennes de l'eau et dans une position presque horizontale. De l'extrémité antérieure de la tête à l'extrémité postérieure du tube respiratoire, la larve de *Mochlonyx* mesure environ 8-9 mm. La tête large, à contour arrondi, est pourvue de deux puissantes mâchoires. Chacune porte huit pointes noires coniques, légèrement courbées en crochets, dont la première est très longue. La partie antérieure de la tête est pourvue de quatre longues soies jaunes. Antennes cylindroïdes d'un seul article, terminées par quatre soies jaunes, dont une plus courte et plus mince que les trois autres. Yeux très gros, noirs, presque en amande, situés sur les côtés latéraux de la tête. Thorax très large, bossu. Abdomen de forme conique formé par neuf anneaux. Le huitième segment présente une protubé-

---

[1] *Atti per la Società degli studi sulla malaria.* Vol. IV, 1903.

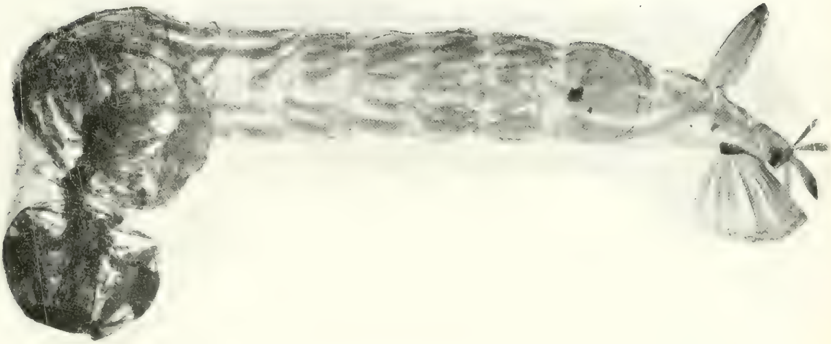


Fig. 1. — Larve de Mochlonyx Velutinus

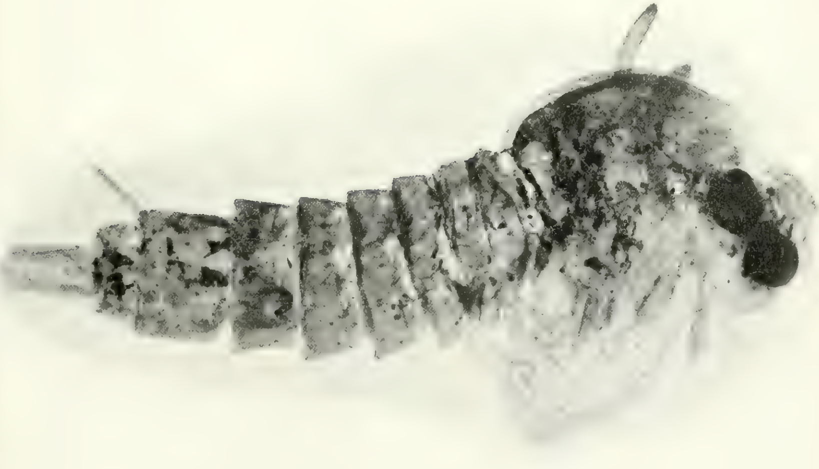


Fig. 2. — Nymphe de Mochlonyx Velutinus.

rance conique, solide, à laquelle aboutissent les trachées. Le neuvième anneau ne présente que quelques poils du côté dorsal, à la partie inférieure au contraire une véritable brosse de longue soies, et il se termine par deux protubérances coniques avec quelques soies.

Les larves de *Mochlonyx*, comme l'a noté Meinert, sont extrêmement voraces et surtout cannibales. Si on les garde dans un vase, elles se dévorent entre elles. On les voit continuellement avec des têtes d'autres larves entre les mâchoires. Nous avions pensé qu'elles pourraient servir à la destruction des larves de Culex et d'Anopheles[1], mais on ne peut compter là-dessus. Placées avec des larves de ces deux genres elles préfèrent se manger entre elles et dévorent surtout leurs nymphes. Elles ne manquent pourtant pas d'attaquer les larves de Culex et d'Anopheles. Ainsi deux larves de *Mochlonyx* ont dévoré du 1^er^ au 7 avril trois larves de Culex. Dans une autre expérience nous avons placé une larve de *Mochlonyx* avec cinq larves d'Anopheles, à 11 heures du matin. A 1 $^1/_2$ h. après midi une larve d'Anopheles était dévorée, mais les autres ne furent pas touchées, bien qu'elles restassent ensemble pendant 19 jours. C'est un résultat très minime si on pense à la rapidité avec laquelle les larves de *Mochlonyx* se dévorent entre elles dans un bocal. Nous nous trouvons en présence d'une vraie race de cannibales, comme Meinert l'avait très bien noté. L'expérience suivante démontre bien le cannibalisme des larves de *Mochlonyx* : le 27 avril nous plaçons ensemble quatre larves de Mochlonyx, deux de Culex, deux d'Anopheles. Le 29 il ne reste qu'une larve de *Mochlonyx*, les autres ont été dévorées, ainsi qu'une larve de Culex ; les autres larves n'ont pas été touchées, bien que la larve de *Mochlonyx* ne se soit transformée en nymphe que le 10 mai. Des larves trouvées dans les fossés on obtient des nymphes après 13 jours.

---

[1] *Atti della Società per gli studi sulla malaria*. Vol. IV, 1903.

Les nymphes (pl. IV, fig. 2) sont aussi très analogues à celles de Culex, mais elles sont petites et transparentes. Les tubes respiratoires ont une forme très différente de celle des nymphes de Culex et d'Anopheles. En effet, tandis que ceux de Culex sont presque cylindriques et se terminent coupés en biais, que ceux d'Anopheles sont courts et larges, en forme de pavillon de trompe, ceux de *Mochlonyx* sont en forme de massue dont l'extrémité basale est très mince et l'extrémité distale se termine légèrement en pointe avec deux petites dilatations latérales. Le dernier anneau de l'abdomen est aussi plus long que chez les nymphes d'Anopheles et de Culex et il présente une forme en olive. Les deux expansions membraniformes latérales à l'extrémité de l'abdomen sont arrondies et très larges.

Les nymphes donnent naissance aux images après six jours. Avant le développement la nymphe se porte à la surface de l'eau, reste immobile et ensuite, comme d'une coque, sort et s'envole le *Mochlonyx* adulte.

Les adultes présentent les caractères suivants : aspect des ♂ grisâtre, des ♀ jaunâtre, veloutés. Ailes sans taches, présentant des reflets irisés. Trompe très courte se terminant par un renflement en massue et des poils courts. Palpes beaucoup plus longs que la trompe, formés par quatre articles qui portent des soies. Antennes de quinze articles qui deviennent de plus en plus longs vers l'extrémité libre, les deux derniers étant les plus longs. Le dernier a une forme conique. Chez les ♂ ces articles présentent de longs poils qui deviennent plus courts vers les articles de l'extrémité libre. Ils sont gris et donnent aux antennes l'aspect de plumes. Chez les ♀, ils ne présentent que des poils courts. Tête et thorax revêtus de poils gris chez les ♂, jaunes chez les ♀. Le thorax est rayé de deux lignes longitudinales.

Abdomen jaunâtre, avec des bandes transversales noires. Dernier segment brun. Jambes jaunâtres, avec le premier article du tarse quatre fois plus long que le métatarse. Ongles unidentés, brunâtres. ♂ plus mince que la ♀ et long de 5-6 mm. ♀ plus trapue, longue de 4-5 mm.

Nous avons essayé de nous faire piquer soit par les ♂ soit par les ♀, mais tous les essais ont été négatifs. Theobald dit du reste aussi que les *Mochlonyx* adultes ne doivent se nourrir que de végétaux. De nos expériences il résulte qu'ils résistent au jeûne 6-8 jours.

Les caractères que nous venons d'indiquer pour les *Mochlonyx* trouvés par nous dans le canton de Vaud correspondent aux caractères de *M. velutinus*. Ruthe, qui du reste est la seule espèce connue de ce genre, car *M. effœtus. Walker* rentre, suivant Theobald, dans la même espèce et *M. culiciformis. de Geer*, est un Corethra. Un de nous a eu l'occasion de voir deux échantillons typiques de *M. velutinus* dans la collection du prof. Bezzi et a pu constater l'identité avec ceux du canton de Vaud.

Il aurait été très intéressant de pouvoir suivre le développement de *M. velutinus* de l'œuf à l'adulte. En effet, comme Theobald l'observe, il n'existe aucune description des œufs. Toutes nos recherches ont été jusqu'à maintenant sans résultats. Jamais il ne nous a été possible de trouver l'œuf de cette espèce. Meinert pense que ces œufs peuvent hiverner, car il a trouvé des larves qui ne pouvaient pas provenir d'œufs pondus alors par des *Mochlonyx* adultes pouvant avoir hiverné. Nous croyons aussi que les œufs de *Mochlonyx* hivernent : 1° Parce que nous avons trouvé des larves le 22 février de cette année avec une température de l'air de + 5°, et de l'eau de + 10°, tandis que nous n'en avions point trouvé au même endroit pendant l'hiver ; 2° parce que nous avons remarqué que les gouilles du bois de Montcherand se dessèchent ; ainsi en automne de 1902, elles étaient à sec, elles l'ont été au 14 mai de cette année et elles le sont maintenant encore ; on n'y trouve plus une seule larve, tandis qu'elles y apparaissent très nombreuses au début du printemps. Nous pensons que les œufs hivernent collés aux feuilles mortes, à sec ou dans une petite quantité d'eau. Nous avons récolté cette année une certaine quantité de la terre et des feuilles mortes de ces fossés. Nous verrons si on peut obtenir des larves de *Mochlonyx*, et porter de la sorte un peu plus de lumière dans la biologie de cet intéressant culicidé.

ACTION DES SELS DE CUIVRE
SUR LES VÉGÉTAUX

PAR

Ferdinand PORCHET,
Licencié ès sciences physiques et naturelles.
Assistant au Laboratoire de chimie de l'Institut agricole.

(Planche V.)

Ce travail a été fait au Laboratoire de chimie de l'Institut agricole (Directeur, M. le professeur E. Chuard), pendant les années 1899 à 1903.

Les essais de culture ont été poursuivis dans les serres de l'Etablissement fédéral de contrôle des semences et dans celles de la Station viticole.

Enfin, les recherches sur arbustes en pleine terre ont été effectuées à la Station viticole et dans différentes propriétés des environs de Lausanne.

But du travail.

Dans la lutte contre le mildiou *(Peronospora viticola)*, les traitements cupriques, dont l'efficacité est abondamment démontrée, exercent sur la vigne une influence qui a été constatée d'une manière très générale.

Elle se traduit surtout par une prolongation de la période de végétation, manifestée par la persistance des feuilles, qui demeurent vertes jusque très avant dans l'automne.

On peut considérer cette persistance de la pigmentation des feuilles, non seulement comme une conséquence de l'action anticryptogamique des sels cupriques, mais aussi comme le résultat d'*une action directe des sels de cuivre sur la végétation*. Dans ce cas, l'action fungicide de ces derniers ne serait pas la seule dont il faudrait tenir compte en viticulture.

La solution de cette question a une importance scientifique sur laquelle il est inutile d'insister; elle présente en outre un réel intérêt pratique, en ce sens qu'une modification dans l'allure de la végétation de la vigne, et spécialement dans la maturation du raisin, peut exercer une influence sur la qualité de la récolte et, par suite, sur celle des vins.

C'est avec l'espoir de réunir quelques documents analytiques pouvant contribuer à hâter la solution du problème posé, que des recherches furent entreprises, en 1899, déjà au Laboratoire de chimie de l'Institut agricole. Les premiers résultats obtenus[1] furent suffisamment encourageants pour que, sur le conseil de M. le professeur E. Chuard, je me sois proposé de poursuivre plus avant les recherches commencées sous sa direction, tout en élargissant leur cadre, dans le but de préciser davantage, si possible, l'action que peuvent exercer les sels de cuivre sur les végétaux supérieurs en général, et sur la vigne en particulier.

Ces recherches m'ont conduit insensiblement, par l'enchaînement même des constatations et des déductions, à quitter peu à peu le domaine de la chimie analytique pour pénétrer dans celui de la physiologie végétale expérimentale qui m'était presque complètement étranger. J'aurais hésité à pousser plus avant dans cette direction si je n'y avais été vivement encouragé par la bienveillance avec laquelle mes anciens professeurs de la Faculté des sciences ont bien voulu s'intéresser aux parties de mon travail touchant à leurs spécialités.

---

[1] E. Chuard et F. Porchet, Bull. Soc. vaud. sc. nat. XXXVI, No 135. **19**.

Les chiffres imprimés en caractères gras indiquent le numéro de l'index bibliographique sous lequel on trouvera l'indication du titre de la publication citée.

Je suis heureux tout d'abord de pouvoir présenter ici l'expression de ma respectueuse gratitude à M. le professeur Chuard qui a été constamment pour moi un conseiller aussi précieux que bienveillant, et qui m'a accordé les plus grandes facilités pour me permettre de mener à bien la tâche que je m'étais proposée.

M. Martinet, chef de l'Etablissement fédéral de contrôle et essais des semences, a grandement facilité mon travail, en mettant à ma disposition, avec la plus aimable obligeance, les serres de l'établissement qu'il dirige ; qu'il en reçoive ici mes vifs remerciements.

Je manquerais à mon devoir si je ne témoignais également toute ma reconnaissance à MM. les professeurs Brunner, Wilczek, J. Dufour, H. Dufour et à M. le D^r^ C. Dutoit pour les nombreux et utiles conseils qu'ils ont bien voulu me donner.

Introduction.

C'est en 1878 que, pour la première fois en Europe, Planchon et Millardet[1] signalèrent la présence du *Peronospora viticola* dans le vignoble français. Ce champignon se propagea si rapidement que la lutte s'imposa bientôt et que de nombreuses recherches furent entreprises dans le but de trouver une substance qui détruisît d'une façon certaine ce nouveau parasite, tout en respectant son hôte. C'est en quelque sorte au hasard que nous devons de posséder, depuis tantôt vingt ans, la solution de ce problème, car c'est une observation toute fortuite qui suggéra à M. Millardet l'idée d'entreprendre ses premières expériences relatives à l'action des sels de cuivre sur le mildiou.

---

[1] Millardet, Paris 1882. **71**.

Il me paraît intéressant de citer ici textuellement quelques lignes tirées de la relation qu'a faite M. Millardet de cette constatation, car elles montrent clairement que, ce qui a attiré tout d'abord son attention, c'est précisément le fait qui, aujourd'hui encore, est peut-être le moins bien expliqué, à savoir, la persistance des feuilles dans les vignes sulfatées.

« A la fin d'octobre 1882, j'eus l'occasion de traverser le vignoble de St-Julien, en Médoc. Je ne fus pas médiocrement étonné de voir que, tout le long de la route que je suivais, la vigne portait encore des feuilles, tandis que partout ailleurs celles-ci étaient tombées depuis longtemps. Il y avait eu du mildiou cette année-là et mon premier mouvement fut d'attribuer la persistance des feuilles, le long du chemin, à un traitement quelconque qui les avait préservées de la maladie. L'examen me permit de constater immédiatement que ces feuilles étaient couvertes en grande partie, à la surface supérieure, d'une couche mince, adhérente, d'une substance pulvérulente d'un blanc bleuâtre.

... Je questionnai le régisseur, M. E. David, qui me dit que la coutume en Médoc est de couvrir les feuilles de vert-de-gris ou de sulfate de cuivre mélangé avec de la chaux, à la véraison du raisin pour éloigner les maraudeurs... Je fis part à M. David de l'espoir que cette observation faisait naître en moi, de trouver dans les sels de cuivre la base du traitement du mildiou. »

Les recherches de Millardet, Prillieux, Gayon, etc., etc. eurent pour résultat de généraliser assez rapidement dans les vignobles français l'application des bouillies à base de cuivre. Il ne rentre pas dans le cadre de cette étude de faire l'historique de la lutte contre le mildiou, ni de passer en revue les nombreux composés de cuivre qui ont été proposés dans ce but.

Il me suffira de rappeler qu'aujourd'hui, la lutte contre ce cryptogame, parasite de la vigne, a dû être entreprise dans tous les vignobles de l'Europe; c'est dire que les traitements cupriques jouent un rôle excessivement important dans la viticulture de tous les pays.

Pourtant il faut reconnaître que, malgré une application si générale, malgré les quelque vingt ans d'utilisation pratique des sels de cuivre, l'action de ces derniers sur la vigne est loin d'être complètement connue. Dans les problèmes soulevés par l'application de ces nouveaux remèdes, il en est qui attendent encore leur solution, et des questions d'un grand intérêt, soit purement théorique, soit essentiellement pratique, sont encore loin d'être élucidées.

Les sels de cuivre ayant été introduits dans la pratique viticole comme agents destructeurs du mildiou, c'est de leur pouvoir anticryptogamique que l'on s'est uniquement occupé au début.

Les beaux travaux de Millardet[1], J. Dufour[2], Wüthrich[3] entre autres ont mis en lumière l'influence de traces de cuivre sur la germination des spores du *Peronospora viticola* et sur celles d'une quantité de champignons. Ce sont là des faits qui, actuellement du moins, ne sont plus contestés par personne.

Mais, au fur et à mesure que l'application des remèdes cupriques s'est généralisée, on a été à même de faire les constatations que je viens de rappeler en exposant le but de ce travail; constatations se rapportant à l'influence exercée par les sels cupriques sur les fruits et les feuilles des plantes sulfatées. Je traiterai les deux questions séparément en commençant par l'action des traitements cupriques sur les fruits.

---

[1] Millardet, *Traitement du mildiou.* 1886. **73.**

[2] J. Dufour, *Landw. Jahrb. der Schweiz.* 1889. **27.**

Stuttgart 1892. **136.**

I

Influence des traitements cupriques sur la composition chimique des fruits.

Historique.

L'influence des traitements cupriques sur la composition chimique des fruits a déjà fait l'objet d'un certain nombre de travaux dont je vais très brièvement résumer les conclusions.

Galloway[1], dans les recherches qu'il a entreprises à Neosho (Missouri), a traité des ceps sept fois à la bouillie cuprique et a obtenu des raisins de douceur et de dimensions telles que « des marchands les prirent pour des raisins de Californie. »

Des expériences répétées en Californie confirmèrent ces premiers résultats, les traitements à la bouillie bordelaise doublèrent la quantité de la récolte.

La même année Schachinger[2], poursuivant des essais analogues en Autriche, constata que les traitements cupriques hâtaient la maturation. Alors que les ceps traités possédaient des raisins parfaitement mûrs, les lots non sulfatés avaient le 10 % de leurs fruits aux premiers stades seulement de la maturation. L'auteur exprime la relation existant entre la quantité de récolte fournie par les vignes sulfatées et celle des parcelles non traitées, par les chiffres 8 : 1.

C. Rumm[3], parcourant le vignoble wurtembergeois, constate que les vignes sulfatées présentent des raisins plus mûrs que ceux des ceps non traités ; il estime que. par les composés cupriques, la maturation a été hâtée de quinze jours ; en outre, la quantité de récolte est supérieure dans les vignes sulfatées. Ces observations se rapportent à des parchets non envahis par le *Peronospora* et où les plantes non sulfatées étaient parfaitement saines. Les recherches que Rumm entreprit confirmèrent pleinement ces premières constatations.

---

[1] Galloway, *Zeit. für Pflanzenkrankh.*, Bd. I (Ref.). **38.**

[2] Schachinger, *Oest. Land. Wochenblatt*, 1893. **103.**

[3] C. Rumm, *B. d. d. bot. Gesellschaft*, Bd. XI, page 79. **100.**

De l'ensemble de ces faits, l'auteur conclut, le premier à ma connaissance, que la bouillie bordelaise exerce une action sur l'ensemble du végétal, action absolument indépendante des propriétés fungicides des sels de cuivre.

Il semble que, depuis ce moment, l'invasion du mildiou s'étant généralisée, on n'ait plus été à même de poursuivre ces constatations. La littérature traitant cette question indique bien, il est vrai, les résultats de nombreuses analyses de raisins ou moûts provenant de vignes sulfatées et de vignes non sulfatées[1], mais il s'agit toujours pour ces dernières de parchets plus ou moins mildiousés. Dans ces conditions, les différences constatées dans les résultats analytiques ne peuvent mettre en lumière que l'action anticryptogamique des sels de cuivre et non leur influence sur les phénomènes physiologiques de la végétation.

Dans cet ordre d'idées, on ne peut guère citer, pour la vigne du moins, que l'appréciation toute générale que M. le Dr Victor Peglion[2] émet dans les termes suivants : « On sait que, dans les régions méridionales, on constate, dans les bonnes années, un degré alcoolique du vin supérieur à celui qu'on obtenait avant l'application des remèdes antipéronosporiques. »

Les documents sont, par contre, plus abondants en ce qui concerne l'action des sels de cuivre sur la pomme de terre. On sait que, dès que furent constatés les premiers succès obtenus dans la lutte contre le *Peronospora* de la vigne, on songea à généraliser l'emploi des sels cupriques comme fungicide et on essaya entre autres de combattre par leur moyen le *Phytophtora infestans* de la pomme de terre. Des faits analogues à ceux relatés plus haut pour la vigne ne tardèrent pas à être constatés; la pomme de terre, comme le végétal précédent, réagit aux sels de cuivre. Après le sulfatage les feuilles deviennent plus vertes et la plante tout entière paraît plus vigoureuse. Les tubercules participent-ils aussi à cette action bienfaisante et peut-on constater une récolte plus abondante ou de qualité supérieure chez les plantes sulfatées? Des réponses contradictoires ont été données à cette question.

---

[1] J. Dufour et E. Chuard, Bull. S. V. S. N. 1889. **30**.

[2] Dr V. Peglion, *I tratamenti antiperonosporici e la qualita dei vini.* **89**.

Girard[1] admet une action favorable des sels de cuivre sur la pomme de terre, tandis que Sorauer[2] constate que des plantes sulfatées donnent moins de tubercules que celles qui n'ont subi aucun traitement alors même que ces dernières ont eu à souffrir des attaques du *Phytophtora*. Liebscher[3], ayant mis en expérience quatorze variétés de pommes de terre, arrive également à des résultats qui sont défavorables aux sels de cuivre. Peut-être que dans les expériences faites par ces deux auteurs la quantité de sel de cuivre employée a-t-elle été trop forte. Pour Steglich[4], les composés cupriques ne peuvent exercer qu'une action nuisible sur la pomme de terre. Hollrung[5], par contre, n'obtient aucun résultat précis.

Les essais faits dans notre canton ont permis de constater par contre une action nettement favorable du sulfate de cuivre[1].

---

[1] A. Girard, *Annales agronomiques*, XVI, **41.**

[2] Sorauer, *Zeit. für Pfl. Krank.*, III, **110.**

[3] Liebscher, *Journal für die Landw.* 1892. **63.**

[4] Steglich, *Nachrichten aus dem Klub der Landw.* Berlin 1893. **111.**

[5] Berlin 1898. **52.**

J'arrive au travail de Frank et Krüger[2] qui présente un intérêt tout particulier par le fait que ces auteurs se sont proposé de mettre en lumière uniquement l'action physiologique des sels de cuivre ; ils y ont pleinement réussi, grâce à la sécheresse exceptionnelle de l'été 1893 pendant lequel les essais de cultures furent entrepris, sécheresse qui empêcha complètement le développement du *Phytophtora*.

Les différences constatées dans l'allure de la végétation des plantes soumises à des traitements variés peuvent donc être attribuées, en toute certitude, à une action physiologique des substances employées pour ceux-ci.

Les résultats obtenus par Frank et Krüger peuvent se résumer par les chiffres suivants qui expriment le poids de la récolte, en tubercules, rapporté à une plante (moyenne obtenue en arrachant de 20 à 80 pieds dans les champs d'essais) :

Var : *Rose printanière*. Non traité 0,175 kg., traité à la chaux seule 0,178, légèrement sulfaté à la bouillie bordelaise 0,180, fortement sulfaté avec le même produit 0,189. La proportion d'amidon a été, en suivant l'ordre semblable, de 14,5 %; 14,72 % ; 14,7 % ; 14,3 %.

Var : *Prince de Lippe*. Les récoltes des plantes, ayant subi des traitements identiques à ceux que je viens d'énumérer, s'expriment par les chiffres suivants, placés dans le même ordre que précédemment : Récolte 0,168 ; 0,217 ; 0,169 ; 0,175. Richesse en amidon 19,2 % ; 19,6 % ; 19 % ; 19,7 %.

J'ai relevé ces chiffres parce qu'ils montrent très nettement, et c'est là du reste la conclusion à laquelle arrivent

---

[1] *Chronique agricole du canton de Vaud.*

[2] Frank et Krüger, *Arb. d. d. landw. Gesells.* 1894. **33.**

Frank et Krüger, que les substances employées dans la lutte contre le *Phytophtora* exercent une action plus ou moins intense sur la plante. Dans les cas cités, cette influence lui est favorable ; cependant, il n'en est pas toujours de même, car, dans certaines conditions, elle peut devenir nuisible au végétal. Frank et Krüger placent au premier rang des facteurs qui entrent en jeu : la variété expérimentée, la nature du sol et les conditions météorologiques pendant la période végétative.

Strebel[1] constate également une influence favorable exercée par les composés cupriques sur la quantité et la qualité de la récolte. Il trouve bien une diminution dans la richesse en amidon des tubercules des plantes traitées, mais la quantité de ces derniers est augmentée d'une façon si considérable que le poids total d'amidon, récolté par hectare, dans les parcelles sulfatées, est supérieur à celui fourni par les champs non traités.

Il me semble superflu de faire de plus nombreuses citations de l'abondante littérature traitant cette question. Ce qui précède suffit à démontrer que, pour la pomme de terre tout au moins, l'action physiologique des sels de cuivre dépend de plusieurs facteurs dont le rôle et l'importance ne sont pas encore déterminés.

Partie expérimentale.

Dans le résumé bibliographique qui précède, j'ai sommairement indiqué les constatations toutes générales faites sur la composition chimique des fruits et tubercules de plantes, sulfatées ou non. Comme il n'existait pas, du moins à notre connaissance, d'analyses un peu complètes de ces fruits, nous avons cherché à obtenir ces renseignements, présentant un intérêt tout spécial en ce qui concerne la question de l'influence des traitements cupriques sur la qualité du vin. Mais une grosse difficulté surgissait : le fait que les ceps non traités, attaquables par le mildiou, n'étaient plus dans des conditions comparables à celles des ceps sulfatés. Aussi, dès le début, a-t-il fallu renoncer à prendre la vigne comme matériel d'expérience et la remplacer par des végétaux réfractaires, ou tout au moins très résistants, aux attaques de cryptogames parasites. C'est pour cette raison seule que les premiers essais, en collaboration avec M. Chuard, ont porté surtout sur le groseiller à gros fruits (groseille à maquereau) *Ribes grossularia* et sur la groseille à grappes (« raisin de mars » de la Suisse romande[2]) *(Ribes rubrum)*.

---

[1] Strebel, *Zeit. für Pflanz. Krank.* III. **113.**

Dans toutes les recherches, dont les résultats sont consignés ci-après, la méthode d'analyse a été la suivante :

Un échantillon moyen de 200 gr. à 300 gr. étant prélevé dans le lot sulfaté et dans celui servant de témoin, on pesait exactement 100 gr. de fruits, ceux-ci étaient comptés puis débarrassés, aussi complètement que possible, des taches de bouillie bordelaise qu'ils pouvaient porter. Ce nettoyage se faisait à sec ; dans les cas où il ne suffisait pas, on le complétait par un rapide lavage à l'acide, mais alors, le témoin subissait un traitement analogue. Les fruits étaient ensuite écrasés, pulpés et placés dans un ballon jaugé, de 500 cm.^{3} que l'on remplissait, après cette opération, avec de l'eau distillée. Après avoir été pendant une heure au bain-marie, le tout était filtré et le filtrat utilisé pour l'analyse.

Les déterminations ont été faites de la façon suivante :

Acidité totale : par neutralisation du filtrat au moyen de $NaOH\frac{N}{10}$. Indicateur le tournesol. Les résultats sont exprimés en centimètres cubes d'alcali normal, nécessaires pour neutraliser l'acidité de 100 gr. de fruits.

---

[2] J'ai fait cependant, avec la vigne, un certain nombre de recherches sur lesquelles je reviendrai plus loin.

Sucre réducteur : par dosage au moyen de la liqueur de Fehling. Exprimé en glucose par 100 gr. de fruits.

Sucre total : par la méthode de Fehling après inversion par ébullition avec H_2SO_4 ; exprimé en glucose par 100 gr. de fruits.

Absorption de l'iode par la méthode indiquée par MM. Brunner et Chuard[1]. Les résultats sont exprimés en gr. I pour 100 gr. de fruits.

Extrait sec et matières minérales : par la méthode conventionnelle utilisée en Suisse pour l'analyse des vins. Les résultats sont exprimés en grammes pour 100 gr. de fruits.

Alcalinité des cendres : par la méthode volumétrique habituelle.

Acidité volatile : par distillation des acides volatils dans un courant de vapeur d'eau ; les résultats sont exprimés en centimètres cubes d'alcali normal pour 100 gr. de fruits.

Dans tous les tableaux qui suivent

T = lot témoin
S = lot sulfaté

A. Groseillers à gros fruits *(Ribes grossularia).*

I. RECHERCHES EFFECTUÉES EN 1899.

Une haie de groseillers à épines, d'une seule variété, a été divisée en deux parties : l'une a reçu un premier sulfatage à la bouillie bordelaise après l'apparition des feuilles et un second traitement identique trois semaines plus tard. Six échantillons ont été prélevés à partir du moment où les fruits avaient la grosseur d'un gros pois jusqu'à l'époque de leur maturité.

---

[1] Brunner et Chuard, *Bull. Soc. vaud. Sc. Nat.* 1886, 1887, 1893. **14.**

Les résultats de ces analyses sont les suivants :

		9 mai	22 mai	6 juin	20 juin	3 juillet	20 juillet
Acidité totale	T	14.25	22.5	21.25	35.25	30.50	28.5
	S	14.20	19.0	22.70	34.50	30.00	28.5
Sucre réducteur	T	2.60	2.29	2.05	2.55	4.98	6.17
	S	2.77	2.28	2.07	2.65	5.56	6.90
Sucre total	T	2.62	2.31	2.17	2.78	5.29	—
	S	2.80	2.30	2.17	2.91	5.80	—
Absorption de l'iode	T	0.200	0.187	0.118	0.100	0.070	0.05
	S	0.212	0.175	0.137	0.087	0.061	0.05
Extrait sec	T	4.996	5.535	5.256	5.667	8.686	—
	S	5.084	5.115	5.612	5.779	8.636	—
Matières minérales	T	0.489	0.414	0.590	0.598	0.602	—
	S	0.464	0.388	0.585	0.592	0.598	—
Acidité volatile	T	-	—	0.312	0.500	1.00	1.00
	S	—	—	0.312	0.375	1.00	1.00
Nombre de fruits pour 100 gr.	T	124	50	33	27	20	—
	S	129	50	38	30	19	—

En récapitulant, pour les éléments les plus caractéristiques (acidité totale, sucre total, nombre de fruits), les différences qui existent dans la composition chimique des fruits des deux séries, on obtient pour les différences : Lot sulfaté — lot témoin : S-T =

	9 mai	22 mai	6 juin	20 juin	3 juillet	20 juillet
Acidité totale . .	—0.05	— 3.5	+0.45	—0.75	— 0.5	± 0
Sucre total. . . .	+0.18	—0.01	± 0	+0.13	+0.51	+0.73*
Nombre de fruits. .	+ 5	± 0	+ 5	+ 3	— 1	—

* Sucre réducteur.

Ces chiffres indiquent donc une *diminution de l'acidité* dans les fruits sulfatés, correspondant à une *augmentation de sucre*, surtout au moment de la période de maturation. L'irrégularité qu'on remarque dans les résultats montre que, malgré les précautions prises, les erreurs provenant de l'échantillonnage doivent probablement être assez importantes dans cette série.

II. Recherches effectuées en 1900[1].

Celles-ci ont porté en premier lieu sur les arbustes mis en expérience l'année précédente, ainsi que sur de nouvelles haies de groseillers.

a) Groseillers à gros fruits sur lesquels avaient porté les essais de 1899. La haie a été divisée comme l'année précédente et une partie a reçu deux traitements à la bouillie bordelaise.

L'analyse des échantillons qui ont été prélevés régulièrement chaque semaine a donné les résultats ci-contre :

Ces résultats sont identiques à ceux de la série parallèle de 1899. D'une façon générale, une *acidité plus faible dans le lot sulfaté*, avec quelques irrégularités cependant. La teneur en sucre est peu caractéristique, sauf en juillet où l'on constate une *augmentation en faveur des fruits traités*. Quant au nombre de fruits, ils fournissent une série intéressante sur laquelle je reviendrai tout à l'heure.

Pour multiplier les constatations, des essais pareils au premier ont été faits sur deux nouvelles séries de groseillers à gros fruits, d'autres variétés, placées dans des con-

---

[1] Pendant une absence de plusieurs mois, j'ai été remplacé au laboratoire de l'Institut agricole par M. Veillard, assistant de chimie à l'Université. C'est lui qui a effectué la plus grande partie des analyses faites en 1900. Je remercie vivement M. Veillard de sa collaboration dévouée.

Grosses groseilles 1900.

		17 mai	25 mai	1er juin	8 juin	15 juin	25 juin	2 juillet	9 juillet	16 juillet	23 juillet
Acidité totale	T	13.50	18.25	24.50	31.50	33.00	31.00	30.75	30.00	26.00	25.5
	S	13.75	17.50	23.—	28.50	33.00	33.50	30.50	29.00	25.50	25.0
Sucre réducteur	T	3.14	3.14	3.04	3.208	3.164	3.90	4.32	5.11	5.97	8.05
	S	3.16	3.26	3.06	3.14	3.172	3.81	4.40	5.21	6.14	8.23
Sucre total	T	3.20	3.22	3.18	3.37	3.49	4.28	4.89	5.62	6.72	9.31
	S	3.12	3.34	3.20	3.40	3.48	4.23	4.93	5.79	6.84	9.46
Absorption de l'iode	T	0.107	0.131	0.143	0.118	0.093	0.081	0.075	0.056	0.050	0.043
	S	0.112	0.137	0.125	0.100	0.087	0.075	0.075	0.050	0.040	0.037
Extrait sec	T	5.054	5.830	5.390	6.628	6.281	7.32	7.60	8.58	9.11	10.15
	S	5.044	5.480	5.038	6.304	6.144	6.76	7.33	8.43	9.18	10.23
Matières minérales	T	0.474	0.404	0.408	0.426	0.473	0.506	0.514	0.456	0.489	0.501
	S	0.468	0.410	0.472	0.432	0.438	0.493	0.498	0.480	0.496	0.509
Acidité volatile	T	0.337	0.362	0.375	0.300	0.312	0.337	0.362	0.500	0.812	1.00
	S	0.325	0.350	0.362	0.275	0.312	0.318	0.375	0.437	0.875	1.00
Alcalinité des cendres	T	2.4	2.3	2.4	2.9	3.4	3.6	4.0	4.1	3.3	3.5
	S	2.3	2.4	2.3	2.7	3.3	3.5	4.2	4.3	3.5	3.6
Nombre de fruits	T	152	95	68	51	—	29	29	27	21	20
	S	151	83	60	47	—	27	27	26	20	19

Ce qui donne pour la différence S — T =

	17 mai	25 mai	1er juin	8 juin	15 juin	25 juin	2 juillet	9 juillet	16 juillet	23 juillet
Acidité totale	+ 0.25	— 0.75	— 1.50	— 3.0	0	+ 2.50	— 0.25	— 1.00	— 0.5	— 0.5
Sucre réducteur . . .	— 0.08	+ 0.12	+ 0.02	— 0.06	0	— 0.09	+ 0.08	+ 0.10	+ 0.17	+ 0.18
Sucre total	— 0.08	+ 0.12	+ 0.02	+ 0.03	+ 0.01	— 0.05	+ 0.04	+ 0.17	+ 0.12	+ 0.15
Nombre de fruits . . .	— 1	— 12	— 8	— 3	—	— 2	— 2	— 1	— 1	— 1

ditions de sol, d'altitude et d'exposition très différentes. Voici les résultats d'analyse des fruits :

b) Groseillers à gros fruits situés au Champ-de-l'Air ayant reçu deux traitements à la bouillie bordelaise. Prise de l'échantillon, 23 juillet.

	T	S	Différences S — T
Acidité totale	26.00	23.00	—3.0
Sucre réducteur	7.52	7.67	+ 0.15
Sucre total	8.60	8.87	+ 0.27
Extrait sec	9.22	9.48	+ 0.26
Matières minérales	0.428	0.453	+ 0.025
Nombre de fruits	24	30	+ 6

c) Groseillers à gros fruits situés à Renens. Deux traitements à la bouillie bordelaise. Prélèvement de l'échantillon le 25 juillet.

	T	S	Différences S — T
Acidité totale	28.50	28.00	— 0.5
Sucre réducteur	8.11	8.73	+ 0.62
Sucre total	8.87	9.96	+ 1.09
Extrait sec	11.56	12.75	+ 1.19
Matières minérales	0.412	0.422	+ 0.01
Nombre de fruits	18	17	— 1

III. Recherches effectuées en 1901.

Les expériences faites sur groseillers ont été peu nombreuses en 1901, les séries précédentes m'ayant paru suffisamment concluantes, et remplacées par des recherches sur la vigne. Les essais n'ont porté que sur une série, et ont donné des résultats identiques à ceux obtenus antérieurement.

Groseillers à gros fruits à Renens. Deux sulfatages à la bouillie bordelaise. Prise d'échantillon le 24 juillet :

	T	S	Différences S — T
Acidité totale	24.0	22.0	— 2.0
Sucre total	8.47	9.16	+ 0.69
Sucre réducteur	7.17	7.82	+ 0.65
Extrait sec	9.01	11.21	+ 2.20
Absorption de l'iode	0.075	0.100	+ 0.025
Nombre de fruits	22	22	0

B. Groseillers à grappes *(Ribes rubrum).*

I. RECHERCHES EFFECTUÉES EN 1899.

Une haie composée d'une seule variété d'arbustes a été divisée en deux lots, dont l'un a reçu deux traitements à la bouillie bordelaise, le premier après la sortie des feuilles, le second un mois plus tard. Le deuxième lot servait de témoin.

L'analyse des fruits a donné les résultats suivants :

		17 mai	30 mai	14 juin	3 juillet
Acidité totale	T	10.5	22.25	38.5	38.5
	S	13.5	20.12	34.5	35.5
Sucre réducteur	T	2.44	2.57	3.24	5.68
	S	2.32	2.56	3.50	6.55
Sucre total	T	2.45	2.62	3.55	5.78
	S	2.35	2.65	3.83	6.92
Absorption de l'iode	T	0.375	0.275	0.275	0.072
	S	0.375	0.275	0.250	0.070
Extrait sec	T	5.296	5.118	6.959	8.973
	S	5.128	5.732	7.489	9.904
Matières minérales	T	0.382	0.488	0.483	0.490
	S	0.385	0.480	0.513	0.502
Acidité volatile	T	0.180	0.125	0.125	0.250
	S	0.175	0.125	0.125	0.250

Ces chiffres ont déjà été publiés[1], je les reproduis néanmoins, saisissant ainsi l'occasion qui m'est offerte de rectifier une transposition de lignes qui s'est produite dans la publication citée, mettant de la sorte nos conclusions en contradiction avec les chiffres desquels elles avaient été tirées.

Les résultats sont beaucoup plus réguliers que ceux obtenus, la même année, avec les groseillers à gros fruits, ce qui s'explique facilement par le fait que dans cette seconde série de recherches, les fruits étaient beaucoup plus petits; on a sur 100 gr. un véritable échantillon moyen, ce qui n'est pas nécessairement le cas pour les grosses groseilles où vingt fruits suffisent à faire 100 gr.

En récapitulant les différentes S-T, on a :

	17 mai	30 mai	14 juin	3 juillet
Acidité totale	+ 3.0	— 2.13	— 4.0	— 3.0
Sucre réducteur	— 0.12	— 0.01	+ 0.26	+ 0.87
Sucre total	— 0.10	+ 0.03	+ 0.28	+ 1.14

On voit nettement dans ce tableau une diminution de l'acidité dans les fruits sulfatés et une augmentation graduelle de l'écart entre la contenance en sucre des fruits traités et non traités.

II. Recherches effectuées en 1900.

Là encore, comme pour les grosses groseilles, j'ai multiplié les constatations en mettant en expérience deux nouvelles haies.

a) Groseillers à grappes situés à Mont-Calme. Deux traitements à la bouillie bordelaise ; prélèvement de l'échantillon le 23 juillet.

---

[1] E. Chuard et F. Porchet, *Bull. Soc. vaud. Sc. Nat.* **19.**

	T	S	S — T =
Acidité totale	35.50	33.50	— 2.0
Sucre réducteur	6.84	7.28	+ 0.44
Sucre total	6.92	7.47	+ 0.55
Extrait sec	8.03	11.94	+ 3.91
Matières minérales	0.510	0.560	+ 0.050
Nombre de fruits	150	144	— 6

b) Groseillers à grappes situés à Renens. Deux traitements à la bouillie bordelaise; l'échantillon a été prélevé le 25 juillet.

	T	S	S — T
Acidité totale	30.00	29.00	— 1.0
Sucre réducteur	10.32	10.51	+ 0.20
Sucre total	10.81	10.92	+ 0.11
Extrait sec	11.13	12.94	+ 1.81
Matières minérales	0.541	0.553	+ 0.012
Nombre de fruits	288	282	— 6

III. RECHERCHES EFFECTUÉES EN 1901.

Groseillers à grappes. Une haie située à Prilly. Deux sulfatages à la bouillie bordelaise. Prise d'échantillon les

	10 juillet			26 juillet		
	T	S	S — T	T	S	S — T
Acidité totale	35.0	33.0	— 2.0	35.5	34.5	— 1.0
Sucre total	6.68	7.37	+ 0.69	7.67	8.85	+ 1.18
Sucre réducteur	6.52	7.12	+ 0.60	7.21	8.32	+ 1.11
Extrait sec	8.01	9.58	+ 1.57	9.47	11.88	+ 2.41
Nombre de fruits	—	—	—	195	181	— 14

⁂

Il ressort quelques constatations intéressantes des chiffres obtenus pendant ces trois années sur ces deux espèces d'arbustes. En premier lieu, on remarque qu'au moment de la maturité il n'y a pas de différence bien sensible entre la grosseur des fruits sulfatés et celle des fruits témoins; ces derniers sont peut-être légèrement moins développés, mais l'écart est très faible. Il n'en est pas de même au début de la période de maturation. Si nous nous reportons à la série d'analyses faites sur les groseilles maquereau en 1900, nous constatons qu'après le second traitement, il se manifeste une croissance très vigoureuse dans les arbustes sulfatés; leurs fruits grossissent rapidement, et le 25 mai il y a une différence de 12 fruits entre les deux lots de 100 gr. Il est évident qu'au fur et à mesure que les groseilles se développent, il faudra de moins en moins de fruits pour former un échantillon de 100 gr.; les différences doivent par conséquent aller également en décroissant. Il devenait intéressant de rechercher si, réellement, l'écart dans le développement va en s'atténuant en proportion de la maturation, ou bien si, au contraire, il reste le même pendant toute la période végétative.

J'ai donc, dans ce but, calculé le poids moyen d'un fruit de chaque lot et pour chacun des échantillons prélevés. En multipliant la différence des poids moyens des lots sulfatés et témoins — différence qui est toujours en faveur du premier de ceux-ci — par le nombre de fruits sulfatés, nécessaires pour faire 100 gr., on obtient, exprimée en grammes, la différence qui existe entre le poids des fruits sulfatés qui forment un échantillon, c'est-à-dire 100 gr., et le poids d'un *nombre égal* de fruits témoins.

Les chiffres de la dernière colonne du tableau suivant indiquent clairement que la différence de développement entre les fruits provenant d'arbustes traités aux sels de cuivre et ceux cueillis sur les sujets témoins va en s'atténuant au fur et à mesure que la croissance se poursuit, sans cependant disparaître complètement.

Dates	Poids moyen		Différences des poids moyens	$A . pm^s - A . pm^t$
	T	S		
17 mai	0.657	0.662	0.005	0.755
25 mai	1.052	1.204	0.152	12.616
1^er^ juin . . .	1.470	1.666	0.196	11.760
8 juin	1.961	2.127	0.166	8.002
15 juin	—	—	—	—
25 juin	3.448	3.704	0.256	6.912
2 juillet . . .	3.448	3.704	0.256	6.912
9 juillet . . .	3.704	3.846	0.142	3.692
16 juillet . . .	4.761	5.000	0.239	4.780
23 juillet . . .	5.000	5.263	0.263	4.997

A = nombre de fruits sulfatés pesant 100 gr.
pm^s = poids moyen d'un fruit sulfaté.
pm^t = poids moyen d'un fruit témoin.

L'application des remèdes cupriques provoque donc chez le groseiller une accélération dans le développement des fruits, accélération qui semble s'opérer immédiatement après le sulfatage.

L'observation attentive des arbustes sulfatés conduit aussi à la même conclusion. Si on fait l'application des sels de cuivre très tôt, c'est-à-dire au moment où les premières feuilles s'épanouissent, on peut constater une floraison légèrement plus hâtive dans les arbustes traités. La différence est naturellement très faible, car chez les groseillers le temps qui s'écoule depuis la sortie des feuilles jusqu'à la floraison est très restreint. L'observation devient par contre très facile plus tard, au moment où la maturation s'achève. J'ai constaté régulièrement que les petites groseilles sulfatées mûrissaient plus tôt que celles qui n'avaient reçu aucun traitement. Le fait est rendu frappant grâce à l'apparition, dans ces fruits, d'un pigment rouge au moment de la véraison. En outre, on sait que les fruits des groseillers à grappes ne se détachent que très tard du rameau qui les porte, alors même qu'ils sont tout à fait mûrs. Ils flétrissent d'abord, puis se dessèchent et ne tombent souvent qu'après les feuilles. Alors que les fruits des plantes témoins possédaient encore leur aspect normal, j'ai pu régulièrement remarquer que les fruits d'arbustes sulfatés commençaient à se flétrir, indiquant ainsi qu'ils avaient terminé plus tôt que les premiers le cycle complet de leur évolution. On peut donc constater, aux trois stades caractéristiques du développement des fruits — la floraison, l'apparition du pigment, la marcescence — que les phénomènes physiologiques dont ils sont le siège sont accélérés par l'application de sels cupriques sur les feuilles.

Ces faits étant connus, il est possible maintenant d'interpréter les chiffres donnés plus haut et d'en tirer ensuite une conclusion générale.

Il a été remarqué sans doute que dans les séries d'analyses, les différences de composition chimique entre les fruits sulfatés et les fruits témoins ne présentaient pas toujours la même netteté. Ceci s'explique maintenant facilement.

Prenons par exemple la série I de 1899, groseillers à gros fruits. Au commencement du mois de mai, les fruits de ces arbustes contiennent en moyenne 2,7 % de sucre total ; cette proportion reste presque invariable, sauf une très légère diminution temporaire, jusqu'à la fin de juin où nous trouvons 2,8 %, tandis que, seulement quinze jours plus tard, la proportion de sucre a doublé et atteint 5,6 %.

Le même fait se reproduit en 1900. Pendant plus d'un mois, la quantité de sucre n'augmente pas, puis du 15 juin au 16 juillet, elle passe de 3,5 % à 6,7 %, tandis que le 23 juillet elle est de 9,4 %.

L'acidité totale, par contre, croît au fur et à mesure que la groseille se développe, atteint un maximum en juin et depuis diminue légèrement.

Comme on le voit, le fruit du groseiller à épines grossit en accumulant tout d'abord des principes acides et en augmentant très peu la proportion du sucre qu'il contient. Ce n'est guère qu'à la fin de la période de maturation, au moment où l'acidité diminue, que, inversément, la richesse en sucre s'accentue d'une façon très rapide.

Pour les groseilles à grappes, le phénomène est identique dans ses grandes lignes; cependant, l'élaboration intensive du sucre semble répartie sur une période plus longue, d'où il résulte que les modifications de la composition chimique sont moins brusques.

En résumé, les analyses prouvent que, pour les groseillers, l'acidité va en augmentant jusqu'à fin juin environ, pour diminuer ensuite; tandis que la proportion de sucre contenu dans les fruits ne s'accroît rapidement qu'à partir de cette période. Or, les traitements cupriques qui ont la propriété, ainsi que nous venons de le constater, d'activer les phénomènes physiologiques, doivent avancer légèrement les époques où ces maxima se produisent. Il en résulte que, sitôt après le sulfatage, le fruit traité se développant plus promptement que celui qui ne l'est pas sera tout d'abord plus acide que ce dernier, ou, en tous cas ne se montre pas moins acide; ce n'est qu'un peu plus tard qu'il présente ce dernier caractère. La différence entre l'acidité totale des fruits traités et celle des groseilles témoins, après avoir passé par un maximum — se manifestant naturellement au moment du maximum d'acidité — s'atténue peu à peu sans pour cela disparaître même à l'époque de la parfaite maturité.

Pour le sucre, dont la quantité n'augmente guère qu'à la fin de la période d'accroissement, ainsi que nous venons de le voir, les choses ne se passent naturellement pas de la même façon. Les différences entre fruits sulfatés et fruits témoins ne se font nettement sentir qu'au moment où les premiers, arrivant plus tôt que les seconds à l'époque de l'élaboration active du sucre, présentent une abondance plus grande de celui-ci.

L'écart va en s'accentuant, naturellement, au fur et à mesure de la maturation; il sera maximum du moment où, pour les groseillers à grappes par exemple, les fruits témoins étant encore verts, les grappes sulfatées présentent déjà tous les caractères extérieurs de la maturité complète (pigmentation, translucidité).

Il est aisé maintenant de comprendre pourquoi, alors que l'application des sels de cuivre provoque immédiatement un développement plus rapide des fruits traités, on ne constate toutefois pas d'augmentation de sucre dans ceux-ci; pourquoi les différences de richesse saccharine entre lot sulfaté et lot témoin sont si peu régulières pendant la première partie de la période d'accroissement; pourquoi enfin, au moment de la maturité, l'augmentation de sucre oscille entre 0,1 % et 1,2 % suivant le degré de développement des fruits qui, apparemment, du moins semblent également mûrs.

Tout ceci s'explique par la raison que, les composés cupriques accélérant les phénomènes de croissance, lorsqu'on prélève un échantillon de fruits sulfatés et un échantillon aussi comparable que possible de fruits témoins, on se trouve de fait en présence de fruits inégalement développés. Les différences de composition chimique constatées sont donc dues, tout d'abord, à ce que les fruits analysés n'ont pas atteint le même degré de maturité.

Une question se pose d'emblée; indépendamment du fait exposé ci-dessus, les composés cupriques n'ont-ils aucune influence sur la composition chimique des fruits? En d'autres termes, est-ce que des fruits, provenant les uns de plantes sulfatées, les autres de plantes non traitées, mais parvenus à une maturité égale, auront la même composition chimique?

Pour répondre à cette question, il suffisait d'analyser des fruits semblablement mûrs, mais la difficulté consistait précisément à apprécier cet état de maturité. J'ai pensé tout d'abord à utiliser le pigment rouge, dont il a été parlé précédemment, comme indicateur, en cueillant tous les grains qui paraissaient de teinte identique, cela sur un lot sulfaté et sur un lot témoin.

L'irrégularité complète des résultats obtenus de cette façon m'a montré que ce procédé d'échantillonnage n'offrait aucune certitude, aussi l'ai-je abandonné.

Renonçant alors aux groseillers, j'ai cherché un autre arbuste dont les fruits fournissent un critère capable de fixer exactement le degré de maturité. Le framboisier (*Rubus Idaeus*), m'a paru remplir en tous points ces conditions. On sait que lorsque la framboise est parfaitement mûre, elle se détache d'elle-même du réceptacle sur lequel elle s'est formée. J'en ai déduit que, des fruits présentant cette même particularité, avaient atteint un degré égal de maturité.

Les essais portèrent sur soixante pieds de framboisiers dits « remontants », c'est-à-dire poussant en été de nouvelles branches, fructifiant encore en automne et donnant ainsi une seconde récolte tardive. Ces plantes, disposées en lignes, formaient un carré. Pour éviter toute erreur provenant de différences d'insolation, de fumure, d'humidité, etc., je n'ai pas divisé l'ensemble en deux lots, mais il m'a paru préférable de sulfater les lignes de deux en deux, intercalant ainsi entre elles un rang témoin.

Le framboisier présentait toutefois un inconvénient, celui de ne pouvoir subir qu'un traitement cuprique, par le fait qu'au moment où le second sulfatage aurait dû être appliqué — pour les groseillers un mois en général après le premier — les fruits, déjà formés, en auraient gardé des traces, qu'il devenait impossible de faire disparaître par un lavage à l'acide vu la consistance du fruit à maturité.

Les arbustes ayant servi à l'expérience en 1901 et 1902 ne reçurent donc qu'un seul traitement, à l'apparition des feuilles. Pour le prélèvement des échantillons, j'ai procédé comme suit : lorsque, dans les deux lots, les framboises furent parfaitement mûres, je secouai légèrement tous les rameaux et je recueillis tous les fruits qui s'en détachaient. L'opération fut faite sur tous les pieds de chaque lot, de façon à avoir un échantillon moyen exact. Sur cet échantillon, 500 gr. ont été prélevés et traités par la même méthode que celle appliquée pour les groseilles. Cette façon d'opérer ne me permettait pas de faire des déterminations renouvelées dans le courant de chaque été, mais, par contre, elle supprimait les erreurs d'échantillonnage.

Voici les chiffres donnés par l'analyse, rapportés, comme pour les groseilles, à 100 gr. de fruits :

C. **Framboisiers** *(Rubus Idœus).*

I. ESSAIS FAITS EN 1901.

Un sulfatage à la bouillie bordelaise, appliqué immédiatement après la sortie des feuilles.

Au moment de la floraison, on constate que les plantes sulfatées sont en avance sur les autres. La différence est rendue plus frappante encore par le fait que les abeilles voltigent sans cesse autour des lignes traitées qui leur offrent seules un grand nombre de fleurs épanouies.

Les premiers fruits mûrs apparaissent également sur les plantes traitées à la bouillie bordelaise et c'est de celles-ci encore qu'ils tombent tout d'abord.

	20 juillet			30 juillet		
	T	S	S — T	T	S	S — T
Acidité totale . .	27.0	28.5	+ 1.5	35.5	34.7	— 0.75
Sucre total . .	6.76	7.00	+ 0.24	6.81	7.19	+ 0.28
Absorpt. de l'iode.	0.05	0.05	± 0	0.05	0.05	± 0
Nombre de fruits.	85	79	— 6	78	77	— 1

	2^{me} Récolte 19 septembre		
	T	S	S — T
Acidité totale.	28.0	28.0	± 0
Sucre total	4.34	4.44	+ 0.10
Absorption de l'iode	0.05	0.05	± 0
Nombre de fruits	97	95	— 2

II. Essais faits en 1902.

L'expérience a été faite dans les mêmes conditions que celles de 1901 et sur les mêmes plantes.

Cette fois je n'ai pas constaté un avancement aussi visible dans la végétation du lot sulfaté.

	14 juillet			28 juillet		
	T	S	S — T	T	S	S — T
Acidité totale . .	25.5	23.5	— 2.0	26.5	28.0	— 0.5
Sucre total . .	6.61	6.85	+ 0.24	6.98	7.20	+ 0.22
Sucre réducteur .	4.98	5.26	+ 0.28	—	—	—
Extrait sec . .	8.76	6.70	— 1.06	8.12	8.21	+ 0.09
Nombre de fruits .	74	73	— 1	70	70	± 0

	2^{me} Récolte le 4 septembre		
	T	S	S — T
Acidité totale	37.14	40.00	+ 2.86
Sucre total	0.86	0.97	+ 0.11
Extrait sec	8.31	8.87	+ 0.56
Cendres	0.428	0.345	— 0.082

Il résulte de ces chiffres que, dans le cas du framboisier du moins, on modifie d'une façon irrégulière l'acidité des fruits, tandis qu'on provoque, au contraire, et pour tous les sujets examinés, une légère augmentation de la proportion de sucre dans le lot sulfaté. Ici, elle ne provient pas d'une différence de maturité, mais bien d'un travail physiologique plus actif de la plante et d'une accumulation plus importante, dans les fruits, de substances élaborées par elle.

MM. L. Ravaz et A. Bonnet[1], discutant les résultats de nos essais de 1899 sur les groseilles, pensent que les différences constatées sont dues à des erreurs d'échantillonnage. Cette objection, réfutée pour ce qui concerne les groseilles par les analyses faites depuis la première publication indiquée, pourra être mise en avant pour ce qui concerne les résultats obtenus sur le framboisier. Il me paraît difficile d'admettre qu'une erreur d'échantillonnage ait pu se produire dans six cas différents, toujours dans le même sens et avec une amplitude sensiblement la même. En outre, je répète qu'il m'a semblé préférable de faire peu de déterminations, mais de les effectuer sur la totalité du matériel à ma disposition, cela de façon à obtenir des résultats plus sûrs. Pour ce qui me concerne, je crois que les chiffres ci-dessus expriment une augmentation réelle de la richesse en sucre dans les plantes sulfatées.

D. Recherches effectuées sur la vigne. *(Vitis vinifera).*

Dans le vignoble, on a volontiers accusé les modifications de l'allure de la végétation provoquées par les sulfatages d'être la cause primordiale de l'altération connue sous le nom de « casse » ou brunissement des vins[2].

L'étude de l'influence des traitements cupriques sur la composition chimique du raisin présente donc un intérêt pratique tout particulier.

La première question qui se pose est naturelllement de savoir si l'application des sels de cuivre provoque chez la vigne, comme chez les végétaux que je viens de citer, une accélération des phénomènes de maturation et une augmentation de la proportion de sucre dans les fruits.

---

[1] Ravaz et Bonnet, *Progrès agricole,* 1902. **96.**

[2] E. Chuard, *Chronique agricole.* 1899, 1900. **15** et **16.**

Cette vérification présente une grosse difficulté par le fait que les ceps témoins, c'est-à-dire non sulfatés, peuvent être facilement attaqués par le mildiou, ce qui les place dans des conditions telles que toute comparaison devient impossible.

Pendant deux ans j'ai tenté l'expérience, mais chaque fois les ceps non traités, en treille comme en pleine vigne, ont été mildiousés et je n'ai pu obtenir aucun résultat.

En 1902 cependant, j'ai eu la bonne fortune de pouvoir prendre un échantillon de raisins dans une vigne dont la partie centrale n'avait jamais été sulfatée, tandis que les bords étaient traités chaque année à la bouillie bordelaise. Lors de la prise d'échantillon, au moment des vendanges, les ceps non sulfatés étaient presque complètement dépouillés de leurs feuilles, alors même qu'ils n'avaient pas été atteints par le mildiou. Les ceps sulfatés, par contre, possédaient un feuillage qui commençait seulement à jaunir par-ci par-là.

L'analyse des moûts de ces deux lots a donné les résultats suivants :

	T	S	S — T
Acidité totale	16.275	16.650	+ 0.375
Sucre réducteur	12.73	12.34	— 0.39
Sucre total	12.91	12.40	— 0.51
Extrait sec	15.98	15.48	— 0.50
Cendres	0.306	0.300	+ 0.006
Absorption de l'iode	0.2	0.2	± 0

En présence de ces difficultés d'expérience, j'ai eu recours à des cépages plus résistants vis-à-vis du mildiou, c'est-à-dire à des plants américains non greffés (hybrides, producteurs directs).

Ces essais ont été faits en 1901 et 1902 sur sept variétés choisies dans les collections de producteurs directs que possède la Station viticole, au Champ-de-l'Air.

Dans ces deux années, onze échantillons ont été analysés : j'ai constaté dans cinq cas une acidité plus forte dans le lot sulfaté que dans le témoin ; dans cinq cas c'est l'inverse ; dans un cas les acidités sont les mêmes. Pour le sucre total, dans cinq cas les raisins des ceps sulfatés sont plus doux que les autres, dans cinq c'est l'inverse et dans un cas la proportion de sucre est égale dans les deux lots.

Ces résultats n'autorisent qu'une seule conclusion à savoir que les déductions qui ont été tirées des recherches faites sur les groseillers et les framboisiers ne sont pas applicables, sans correction, à la vigne.

La chose peut s'expliquer facilement si on songe que pour ce végétal nous sommes en présence de deux phénomènes dont les manifestations sont absolument opposées. En effet, d'une part, des observations que j'ai mentionnées dans ce travail font supposer que les traitements aux sels de cuivre provoquent une accélération des phénomènes vitaux chez la vigne comme chez d'autres végétaux ; d'autre part, les sulfatages prolongeant la période végétative retardent la période de maturation des fruits. Ce retard doit provenir surtout du fait que les feuilles restant parfaitement vertes en automne portent ombrage aux raisins, rendant ainsi la maturation de ceux-ci plus difficultueuse surtout dans les années froides ou pluvieuses. L'action des remèdes cupriques sur la qualité de la récolte dépendrait donc du jeu de ces deux facteurs opposés, les conditions météorologiques de l'automne entrant pour beaucoup en ligne de compte.

Il est probable que dans les années présentant un automne chaud les sulfatages exercent une influence favorable sur la qualité de la récolte, celle-ci devant être légèrement plus douce et moins acide que si les ceps n'avaient pas été traités (il est évident qu'il est fait abstraction du mildiou). Dans les années pluvieuses, au contraire, les sels de cuivre, maintenant la végétation très verte, empêchent le raisin d'arriver à parfaite maturité, et dans ce cas, le feuillage entretenant une atmosphère humide entre les sarments favorisera le développement du Botrytis qui provoque la pourriture du raisin.

Dans ce dernier cas, il serait très logique d'admettre l'existence d'une relation entre la casse des vins et les traitements cupriques ; ceux-ci en empêchant la maturation de se parachever permettront aux raisins de conserver jusqu'au moment de la récolte les oxydases qui sans cela auraient disparu.

Mais ce sont là des spéculations purement théoriques. Les faits expérimentaux et les données analytiques recueillis jusqu'ici ne permettent pas de donner une conclusion définitive à une question aussi importante que délicate.

J'ai cru devoir présenter ces quelques renseignements généraux concernant l'action des sels de cuivre sur la vigne pour montrer que ce dernier végétal est en quelque sorte un cas particulier qui demande à lui seul tout un programme de recherches. Les lignes qui précèdent indiquent dans quelle direction ces recherches ont été entreprises et seront poursuivies.

⁂

Pour les raisons que je viens de mentionner, je fais donc abstraction de la vigne en présentant les conclusions de cette première partie de mon travail. Ces conclusions s'appliquent par conséquent aux végétaux qui, comme les groseillers et les framboisiers, mûrissent complètement leurs fruits longtemps avant la période du jaunissement et de la chute des feuilles.

Ceci établi, je récapitulerai les résultats de cette série de recherches en disant :

Conclusions.

1° Les fruits de plantes sulfatées sont moins acides et plus riches en sucre que ceux de plantes non traitées.

2° Ces différences proviennent avant tout du fait que, lors de la prise des échantillons, on se trouve en présence de fruits inégalement mûrs, les traitements cupriques hâtant les phénomènes de maturation.

3° Indépendamment de ce fait, on constate, du moins chez le framboisier, une légère augmentation de sucre dans les fruits provenant de plantes sulfatées, alors même que ceux-ci sont à un degré de maturité égal à celui des fruits témoins auxquels ils sont comparés.

4° Les différences de composition chimique des fruits sulfatés et des fruits témoins, tout en étant très nettes, n'atteignent pas, tout au moins dans notre climat et pour les plantes expérimentées, les chiffres énormes donnés par Galloway et Schachinger.

Ces faits étant établis, il reste à les expliquer, c'est-à-dire à rechercher l'influence que peuvent exercer les sels cupriques sur l'organisme végétal pour provoquer chez celui-ci des modifications aussi caractérisques dans la rapidité de développement et de maturation de ses fruits. Le premier point qu'il est important d'élucider est celui de savoir si les sels de cuivre pénètrent dans l'organisme ou bien si, au contraire, ils restent absolument insolubles à la surface des feuilles traitées.

II

Les sels de cuivre pénètrent-ils dans les végétaux sulfatés ?

Historique.

En 1887 déjà, Millardet et Gayon [1] supposaient que les sels de cuivre étaient absorbés en partie par les feuilles sulfatées et communiquaient à ces dernières une sorte d'immunité contre le mildiou.

Alessandri [2], pulvérisant sur les feuilles des solutions de sulfate de cuivre ainsi que de l'eau céleste [$Cu(OH)_2$ en solution ammoniacale], aurait constaté une pénétration de ces sels cupriques solubles au travers de la cuticule jusqu'aux cellules du parenchyme ; de là, d'après lui, une partie du métal absorbé entrerait dans la circulation générale tandis que l'autre se combinerait à la chlorophylle sous une forme plus ou moins stable.

En 1890, Salvatori [3] analyse les différentes parties des plantes sulfatées et y constate des quantités variables de cuivre, quantités dépendant du mode d'application du composé cuprique et de la nature de ce dernier. Malheureusement, l'auteur n'indique pas de quelle façon il élimine les sels de cuivre adhérents encore à la surface des feuilles.

En 1892, Sestini [4] cherchant à empoisonner la sève de la vigne pour préserver cette plante de l'invasion du *Peronospora*, arrose le sol avec une solution de sulfate de cuivre. Il constate que les feuilles de ces ceps contiennent moins de cuivre que celles des plantes traitées par pulvérisation des sels cupriques. Dans les deux cas, il y aurait donc pénétration de ces derniers.

---

[1] Millardet et Gayon, *Recherches sur le mildiou*, 1887. **77.**

[2] Alessandri, *Italia agricola*, 1889. **2.**

[3] Salvatori, *Agricultura italiana*, 1900. **102.**

[4] Sestini, *Staz. sperim. agric. ital.*, 1892. **108.**

L'année suivante, C. Rumm[1] arrive à des conclusions absolument opposées à celles des auteurs cités. Travaillant avec la vigne, Rumm constate que les feuilles provenant de treilles sulfatées possèdent une teinte spéciale, vert-foncé; une fois détachées du rameau, elles conservent leur couleur plus longtemps que celles qui n'ont pas subi l'action des sels de cuivre. D'une façon générale, les feuilles sulfatées semblent plus robustes que les autres; la mesure micrométrique de l'épaisseur des différents tissus foliaires conduit, assez généralement, à la même conclusion. Les grains de chlorophylle sont plus petits, mais plus nombreux, dans les cellules en palissade des feuilles sulfatées que dans l'assise cellulaire correspondante des feuilles non traitées; le parenchyme spongieux des premières est plus riche en pigment vert que celui des secondes.

Rumm cherche ensuite à déceler la présence du cuivre dans les feuilles après avoir soumis celles-ci à un lavage prolongé à l'acide. Il utilise la méthode spectroscopique et n'obtient que des résultats négatifs. L'auteur en conclut que les sels de cuivre apportés par les traitements cupriques à la surface des feuilles ne pénètrent pas dans celles-ci mais qu'ils exercent une action de contact ou *action chimiotaxique* — analogue à la stimulation chimiotaxique signalée par Pfeffer[2] — se traduisant en premier lieu par une production plus intense de la chlorophylle.

Ces conclusions, vivement combattues par Zimmermann[3] et Aderhold[4] furent reprises complètement par Frank et

---

[1] Rumm., *Berich. d. deuts. bot. Gesell.*, Bd. XI, page 79. **100.**

[2] Pfeffer, *Ber. der deuts. bot. Gesell.*, 1883. **91.**

[3] Zimmermann, *Bot. Centr. Blatt.*, 1893. **136.**

[4] Aderhold, *Central Blatt für Back.*, Abtf. II., Bd. V. **1.**

Krüger[1] à la suite de leurs recherches sur la pomme de terre. Ces auteurs ne constatent aucune différence morphologique entre les feuilles sulfatées et celles qui ne le sont pas ; l'ensemble des tissus semble cependant plus vigoureux dans les premières, qui possèdent des grains de chlorophylle plus gros et plus nombreux que les secondes. Frank et Krüger donnent encore comme preuve d'une augmentation de la quantité de pigment vert, par le sulfatage, le fait que les extraits alcooliques obtenus des feuilles traitées sont d'un vert beaucoup plus intense que ceux fournis par des feuilles témoins. Je montrerai plus loin quelle importance il faut attribuer à cette constatation. Les auteurs cités signalent une intensité plus grande de l'assimilation et de la respiration dans les feuilles traitées correspondant à une augmentation de la richesse en amidon dans celles-ci.

Frank et Krüger recherchent le cuivre dans les feuilles sulfatées par la méthode électrolytique, sans réussir à déceler la présence de ce métal. Par conséquent, ils n'admettent pas la pénétration des sels cupriques dans le végétal et ont également recours à l'action chimiotaxique évoquée par Rumm, pour expliquer les modifications apportées dans l'allure de la végétation par l'application de remèdes à base de cuivre.

Berlese et Sostegni (1894-95)[2] concluent, comme Sestini, que la vigne fixe le cuivre dans les parties qui reçoivent ses sels directement. Les feuilles traitées par sulfatage absorbent de très faibles quantités de métal, insuffisantes en tout cas pour les rendre réfractaires à l'invasion du mildiou. Dans les cellules vertes, le cuivre exerce une action sur le cyanophylle et « se combine peut-être avec cette substance de façon à en augmenter la proportion » (?)

---

[1] Déjà cités. **33.**

[2] Berlese et Sostegni, *Rev. intern. de vitic. et œnolog.*, 1894. **10.**

en communiquant à la feuille tout entière une teinte plus foncée. Enfin, les auteurs se refusent à admettre une action chimiotaxique du cuivre, ils sont portés plutôt à appuyer l'hypothèse de Mangin[1] qui suppose que le cuivre doit exercer sur le végétal une action analogue à celle que produisent certains poisons sur l'organisme animal.

En 1897, Bringuier[2] traite des ceps, partie avec une bouillie alcaline, partie avec une bouillie acide ; pendant les cinq à huit premiers jours qui suivent l'opération, il ne constate la présence du cuivre que dans les feuilles ayant reçu le traitement acide ; à partir de ce moment la bouillie alcaline commence à pénétrer dans les tissus foliaires. Vingt jours après le sulfatage, on ne constate plus de cuivre dans aucune feuille, alors même que celles-ci possèdent encore des réserves de bouillie à leur surface. Malheureusement, cet auteur ne donne aucun détail sur la méthode analytique qu'il a employée dans ses recherches.

Tout récemment, une nouvelle hypothèse est venue s'ajouter aux précédentes. MM. L. Ravaz et Bonnet[3] nient toute action directe du cuivre sur les végétaux. Pour ces auteurs, la maturation plus rapide des fruits de plantes sulfatées n'est pas démontrée ; quant à la coloration plus intense et plus persistante du feuillage de ces dernières, elle proviendrait du fait que les sels de cuivre, grâce à leurs propriétés anticryptogamiques, détruiraient toute une série de champignons semi-parasites qui, sans paraître affecter gravement les tissus foliaires, n'en vivent pas moins à leurs dépens ; ils affaiblissent la feuille et hâtent sa chute en automne.

Enfin, en 1902, a paru un travail très complet de H. Bain[4] : *L'action du cuivre sur les feuilles*.

---

[1] Mangin, *Revue des sciences*, 1894. **66.**

[2] Bringuier, *Messager agricole du Midi*, 1897. **12.**

[3] Ravaz et Bonnet, *loc. cit.* **96.**

[4] H. Bain, *Bull. University of Tennessee*, 1902. **5.**

L'auteur, en utilisant une méthode toute différente de la mienne, arrive, ainsi qu'on le verra, à des conclusions identiques à celles qui résument ce travail. H. Bain démontre la perméabilité de la cuticule vis-à-vis des sels de cuivre ; ces derniers provoquent dans la feuille une stimulation se traduisant par une augmentation de la quantité d'amidon contenu dans les feuilles sulfatées. Cette excitation, en s'accentuant, devient une intoxication qui provoque la mort des parties du limbe en contact avec le composé cuprique et provoquant en outre, dans le pêcher du moins, la formation, à la base du pétiole, d'une couche de suber identique à celle qui occasionne la chute automnale des feuilles.

Recherche du cuivre dans les feuilles de végétaux sulfatés.

Partie expérimentale

Le résumé bibliographique qui précède montre que la question de la pénétration des sels de cuivre dans les végétaux, par application extérieure sur les feuilles, est résolue de façons diverses par les auteurs qui s'en sont occupés.

Désirant me faire également une idée personnelle sur ce sujet, j'ai cherché à constater la présence du cuivre dans les feuilles ayant subi un traitement à base de ce métal.

La première méthode employée a été la recherche micro-chimique du cuivre directement dans des coupes d'organes de plantes sulfatées ; le réactif utilisé était le ferrocyanure de potassium ; ces essais ont toujours été faits de un à six jours après le traitement à la bouillie bordelaise (3 % $CuSO_4$ + 2 % CaO).

a) Recherche du cuivre dans les feuilles. Les taches de bouillie cuprique — constituant ce que j'appellerai à l'avenir, pour simplifier, *cuivre extérieur* — n'ont pas été lavées, de façon à éviter la pénétration du liquide cuprique de lavage à l'intérieur du parenchyme. J'ai découpé soigneusement les portions du limbe comprises entre les taches de bouillie bordelaise, et c'est dans ces fragments que les coupes ont été faites pour être examinées ensuite sous le microscope. Le traitement de celles-ci au ferrocyanure s'opérait directement sous le couvre-objet, en présence d'acide acétique. Cet essai, répété à de nombreuses reprises et sur des feuilles de différentes espèces végétales, ne m'a jamais permis de déceler la présence du cuivre dans les cellules.

Je m'empresse de reconnaître que les conditions dans lesquelles je me suis placé étaient particulièrement défavorables puisque j'évitais par là même d'examiner les cellules les plus directement en contact avec les taches de sels de cuivre et ainsi, je ne pouvais constater que les portions de sels métalliques qui auraient été mises en circulation au sein de la feuille.

J'ai cherché cependant à examiner aussi le contenu des cellules immédiatement sousjacentes aux taches de bouillie bordelaise. Pour cela, les feuilles ont été nettoyées, à sec tout d'abord, aussi soigneusement que possible ; la région où se trouvait la tache a été lavée rapidement avec le minimum possible de liquide acide, puis essuyée tout de suite.

Les coupes faites dans des feuilles ainsi préparées ont donné, ainsi qu'on pouvait le prévoir, des résultats variables et par conséquent incertains. J'ai constaté tantôt l'absence du cuivre dans les tissus, tantôt au contraire la formation de ferrocyanure de cuivre dans les cellules épidermiques. Pour ce qui me concerne, je n'hésite pas à attribuer ce dernier à la présence, soit de traces de cuivre extérieur non dissous par le lavage soit — et ceci paraît plus probable — de petites quantités de métal solubilisé par l'acide de lavage et qui auraient eu le temps de pénétrer au travers de la cuticule, dans les cellules épidermiques, malgré la rapidité avec laquelle les opérations ont été effectuées. L'irrégularité des résultats est facile à comprendre si l'on songe surtout que la perméabilité de la cuticule varie, pour la même espèce, d'une feuille à l'autre[1].

Il me paraît donc impossible que l'on puisse se baser sur des constatations aussi irrégulières que celles que je viens de résumer pour admettre la pénétration du cuivre dans les feuilles.

On pouvait éviter la cause d'erreur qui vient d'être mentionnée, en prenant comme matériel une plante dont l'épiderme des feuilles soit facile à détacher. L'iris était tout indiqué pour ces recherches. Quelques plantes d'Iris (*Iris germanica*) ont été traitées copieusement à la bouillie bordelaise; le 1, les 4, 6, 10 jours après, j'ai prélevé des échantillons de feuilles. Celles-ci n'ont, naturellement, subi aucun lavage. L'épiderme a été détaché sur des fragments de feuilles dans lesquels les coupes ont été faites pour être traitées ensuite au ferrocyanure. Il ne m'a pas été possible d'obtenir une coloration indiquant la présence du cuivre.

En face de ces résultats, une première question se posait : est-ce que les sels de cuivre, en pénétrant dans la cellule, ne pourraient pas se fixer immédiatement à tel ou tel groupe organique, formant avec lui une combinaison dans laquelle le métal ne pourrait plus réagir vis-à-vis du ferrocyanure ?

Tschirch[2] a montré en particulier que de petites quantités de cuivre pouvaient entrer en combinaison avec un des éléments constituants de la chlorophylle, en formant un composé défini auquel il a donné le nom de phyllocyanate de cuivre. Ce corps possède une couleur verte, plus foncée que celle de la chlorophylle qui lui a donné naissance, il est en outre plus stable que celle-ci vis-à-vis des acides ; or, ce sont précisément là les caractères spéciaux que possèdent les feuilles sulfatées. On pouvait logiquement supposer que s'il y avait formation d'un composé organique de cuivre dans la cellule, ce dernier pourrait bien être du phyllocyanate de cuivre (Tschirch). Il y avait là une méthode indirecte, permettant, cas échéant, de constater la pénétration des sels de cuivre à l'intérieur des feuilles.

---

[1] Bain, *loc. cit.*, page 67. **5.**

[2] Tschirch, *Das Kupfer vom standpunkt der gericht. Chemie.* **123.**

Dans ces recherches, il a été procédé comme suit : les feuilles sulfatées ont été dessinées avec soin, de façon à repérer exactement la position des taches de bouillie bordelaise. Les feuilles ont été ensuite immergées dans de l'eau légèrement acidulée d'acides soit minéraux, soit organiques ; pour les feuilles de vigne, dont l'altération de la chlorophylle se fait particulièrement promptement, j'ai fait quelques essais par simple immersion dans de l'eau pure. Après un temps plus ou moins long, suivant les liquides et les feuilles en expérience, on constate que la chlorophylle est altérée et que la feuille jaunit. Les premiers points d'attaque ont été repérés sur le dessin de la feuille ainsi que les dernières parties restées vertes. Je n'ai pas pu remarquer la correspondance de ces dernières aux parties du limbe sous-jacentes aux taches de bouillie, comme il semble que cela aurait dû être le cas s'il y avait eu formation de phyllocyanate de cuivre dans ces parties-là. Le jaunissement se manifeste en premier lieu, tantôt le long des nervures ou sur le bord du limbe — c'est-à-dire dans les parties les plus acides de la feuille[1] — tantôt par l'apparition de taches distribuées d'une façon qui paraissait absolument irrégulière et qui, je le répète, m'a semblé n'avoir aucune relation avec la répartition des sels de cuivre à la surface de la feuille.

---

[1] Astruc, *Recherches sur l'acidité végétale.* **4.**

b) *Recherches du cuivre dans le pétiole des feuilles.*

Pour ces recherches, le pétiole semblait être *a priori* un matériel plus favorable que le limbe de la feuille, car s'il y avait pénétration et mise en circulation des sels de cuivre dans le végétal, on aurait, concentré sur la section relativement faible du pétiole, un courant contenant la presque totalité du métal absorbé par toute la surface du limbe. Il était en outre très facile de faire des coupes transversales, en évitant les parties du pétiole tachées de bouillie bordelaise. Malgré cela, je n'ai obtenu que des résultats négatifs, c'est-à-dire que je n'ai pas constaté de cuivre dans les tissus du pétiole.

c) *Recherches du cuivre dans les rameaux.*

Berlese et Sostegni[1] ont montré que dans les tiges herbacées de la vigne, c'est le collenchyme qui a la propriété de fixation la plus marquée pour le cuivre. Ces auteurs, il est vrai, ont introduit de grandes quantités de ce métal dans des tiges coupées en faisant tremper l'extrémité de celles-ci dans des solutions cupriques. Mes recherches ont porté surtout sur le groseiller à grappes dont j'ai examiné les rameaux de l'année, 4 à 10 jours après le traitement à la bouillie bordelaise. Là encore, je n'ai jamais pu constater le cuivre dans des coupes faites sur les régions du rameau n'ayant pas de taches de bouillie cuprique. Dans les parties en possédant, j'ai obtenu quelquefois, après lavage acide de la branche, une légère coloration rose par le traitement au ferrocyanure, mais cette coloration étant toujours localisée à la région corticale de la coupe, ne pouvait provenir, à mon sens, que de la pénétration dans les cellules épidermiques de petites quantités de liquide cuprique de lavage.

---

[1] Berlese et Sostegni, déjà cités. **10.**

En résumé, je ne suis pas parvenu à déceler, et cela d'une façon certaine, la présence du cuivre dans les tissus des feuilles et rameaux de végétaux ayant reçu l'application extérieure de bouillie bordelaise, c'est-à-dire de bouillie nettement alcaline.

En présence de ces résultats, il était tout indiqué de continuer les recherches du cuivre, non plus dans quelques cellules, mais dans plusieurs feuilles en ayant recours à l'analyse chimique.

RECHERCHE DU CUIVRE DANS LES FEUILLES PAR ANALYSE CHIMIQUE.

J'ai tout d'abord travaillé en utilisant la méthode suivante, indiquée par Rumm :

Dix feuilles de vigne ayant reçu deux traitements à la bouillie bordelaise, ont été cueillies quinze jours après le second sulfatage et lavées soigneusement avec de l'acide chlorhydrique (1 : 3) jusqu'à ce que le liquide acide de lavage ne donne plus la réaction du cuivre. A ce moment, on constate régulièrement qu'une partie de la chlorophylle est attaquée par l'acide, les feuilles devenant plus ou moins brunes. Elles ont été ensuite incinérées, après un lavage à l'eau, jusqu'à disparition de la réaction acide, et les cendres utilisées pour la recherche qualitative du cuivre au moyen des réactifs ordinaires : ammoniaque, ferrocyanure de potassium et par les réactions chimiques[1].

Aucune de ces méthodes ne m'a permis de déceler même des traces de cuivre dans les cendres examinées.

Plusieurs essais analogues ont été faits avec des feuilles de groseillers à grappes et de groseillers à gros fruits. Les échantillons prélevés étaient toujours de cinq à quinze feuilles, lavées soigneusement une à une, de la façon indiquée plus haut. Les résultats furent toujours négatifs.

---

[1] Klement, *Réactions microchimiques*. 56.

C'est en tenant compte de ces constatations, ainsi que d'une partie des recherches par voie microscopique, que, en 1899, la conclusion suivante a été publiée : « ... Nous avons constaté l'absence totale de cuivre dans la feuille traitée, après élimination sur celle-ci des résidus de traitement par un lavage à l'acide chlorhydrique[2]. »

Depuis lors, les recherches diverses entreprises dans ce domaine m'ont fait prévoir que si les végétaux sulfatés absorbaient une partie des sels de cuivre répandus sur leurs feuilles, cette absorption ne devrait porter que sur de très petites quantités de métal. Dans ces conditions, les résultats de recherches faites sur quinze feuilles au maximum ne semblaient plus offrir une certitude suffisante et demandaient à être confirmés par de nouveaux essais s'étendant sur un matériel plus abondant.

Ces nouvelles analyses ont été faites avec des feuilles de groseillers à grappes et groseillers à épines, avec celles de la vigne et de la pomme de terre. Pour abréger, je ne mentionnerai en détail qu'une série de ces recherches, de façon à indiquer la méthode suivie pour toutes.

Le 14 juillet, un buisson de groseillers à grappes a été copieusement sulfaté à la bouillie bordelaise ; ces arbustes n'avaient subi encore aucun traitement au cuivre, ni dans l'année courante, ni dans les années précédentes. Le lendemain, un échantillon de cent feuilles a été prélevé ; celles-ci ont subi un premier nettoyage à sec, au moyen d'une brosse douce, de façon à enlever la plus grande partie de la bouillie cuprique encore adhérente à leur surface ; puis chacune d'elles a été plongée séparément dans de l'acide chlorhydrique (1 : 3), frottée à la main pour faciliter le nettoyage et placée immédiatement après dans un cylindre perforé, plongeant dans de l'eau courante.

L'immersion dans l'acide n'a jamais dépassé trois à quatre secondes, et le liquide acide était renouvelé en général lorsqu'il avait servi à nettoyer une dizaine de feuilles. Toutes ces précautions étaient prises pour éviter, autant que faire se pouvait, la pénétration dans la feuille du liquide de lavage, plus ou moins chargé de cuivre ; c'est là une cause d'erreur à laquelle on n'a peut-être pas suffisamment pris garde, dans plusieurs travaux. Après ce premier lavage, les feuilles ont été reprises et placées, toujours une à une, dans de l'acide chlorhydrique (1 : 10) où elles ont séjourné jusqu'à ce que l'altération de la chlorophylle commence à se manifester, c'est-à-dire pendant deux à dix minutes, suivant les feuilles. De là, elles ont subi un deuxième lavage, prolongé, à l'eau courante, puis, pour terminer, sont restées pendant une heure dans de l'eau distillée à laquelle elles ne communiquaient plus de réaction acide; ces feuilles ont été ensuite séchées et analysées.

---

[2] E. Chuard et F. Porchet, déjà cités. **19.**

De nouveaux échantillons, de plus en plus importants, ont été prélevés 2, 3, 5, 8, 17, 21 jours après le sulfatage. Tous ont été lavés comme le premier. En général, j'ai également conservé pour l'analyse le deuxième liquide acide de lavage (HCl, 1 : 10). Une partie du dernier échantillon a subi cependant un traitement spécial. Un lot de trois cent quarante feuilles a été prélevé, vingt-un jours après le sulfatage et traité tout d'abord comme les précédents. Après le second lavage acide, une partie, cent dix feuilles, a été séchée et conservée pour l'analyse, tandis que l'autre, deux cent trente feuilles, était soumise à un troisième lavage acide, très prolongé, de façon à produire une altération profonde de la chlorophylle. Les feuilles, complètement brunes, commençaient à se désagréger lorsqu'elles ont été retirées du liquide acide, pour être placées dans l'eau courante, puis dans l'eau distillée jusqu'à disparition de la réaction acide dans le liquide qu'on en exprimait par pression. Le troisième acide, fortement coloré en brun, a été conservé pour la recherche du cuivre. Cette dernière a été faite par méthode colorimétrique de la façon suivante : Après incinération des feuilles, les cendres ont été dissoutes dans de l'acide azotique ; après avoir étendu la dissolution, on l'a sursaturée par l'ammoniaque ; après filtration, le liquide a été très fortement concentré, puis repris par quelques gouttes d'acide azotique, sursaturé avec de l'ammoniaque concentré, puis examiné colorimétriquement. Pour reconnaître la coloration bleue de l'oxyde de cuivre ammoniacal, j'ai employé de longs tubes à parois minces, de 75 cm. de longueur avec un diamètre de 7 mm., ce qui représente, par conséquent, une capacité de 29 cm. environ. Une série de tubes ont été remplis avec des solutions ammoniacales contenant de 0,05 mg. à 1 mg. Cu. En concentrant la solution, on peut du reste facilement apprécier colorimétriquement de 0,02 à 0,2 mg. Cu, au moyen de tubes de 20 cm. de longueur et 4 mm. de diamètre. L'échelle colorimétrique ainsi obtenue permettait de déterminer très rapidement, par comparaison des intensités de coloration des colonnes liquides, les quantités de cuivre contenues dans les solutions. En procédant ainsi, on apprécierait, sans aucune difficulté, le 0,05 mg. Cu si on travaillait avec des solutions pures de sel de cuivre ; il n'en est malheureusement pas ainsi pour le liquide en expérience, à cause de la légère coloration jaune, visible sur une grande épaisseur et qu'il est impossible d'éviter ; on n'a pas à comparer du bleu au blanc, mais bien du vert au jaune, ce qui est plus difficile, en sorte qu'on ne peut guère apprécier exactement qu'à partir de 0,1 mg. Cu. Au reste, il est évident que si les résultats obtenus par cette méthode, dans un cas donné, avaient été douteux, j'aurais eu recours à la méthode électrolytique ; cela n'a pas été nécessaire car, ainsi qu'on va le voir, en travaillant sur 10 gr. de feuilles sèches, au minimum, j'ai toujours trouvé plus de 0,25 mg. de Cu, c'est-à-dire des quantités très facilement dosables par voie colorimétrique.

Voici les résultats obtenus de cette façon avec les feuilles de la série dont nous nous occupons.

Nombre de jours écoulés entre le sulfatage et la prise d'échantil.	Nombre de feuilles	Poids de feuilles sèches en gr.	Cu dans les feuilles		Cu ds les liquides acides		Gr. Cu total pr 100 gr. feuilles sèches
			Gr. Cu trouvé	Gr. Cu pour 100 gr. feuilles sèches	Gr. Cu trouvé	Gr. Cu pour 100 gr. feuilles sèches	
1	96	10.7	0.0005	0.0047	0.0005	0.0047	0.0094
2	100	11.1	0.0005	0.0045	0.0005	0.0045	0.0090
3	88	10.0	0.0005	0.0050	—	—	—
5	190	23.8	0.00025	0.0010	0.0017	0.0071	0.0081
8	160	20.3	0.0010	0.0048	0.0010	0.0049	0.0097
17	280	34.7	0.00012	0.0034	0.0010	0.0029	0.0063
21	110	15.1	0.0007	0.0046	0.0012	0.0079	0.0125
21*bis*	230	30.2*	0.0005	0.0016	0.0012	0.0039	0.0055

* Poids calculé au moyen du lot de 110 feuilles, les feuilles traitées par l'acide ayant perdu beaucoup de substances, solubilisées par Hcl., ne pesaient en réalité que 24.9 gr.

Les résultats donnés sous 21 *bis* sont ceux du lot de feuilles traitées à fond par l'acide. Comme on le voit, après deux lavages acides, il y avait encore *dans* ou *sur* celles-ci 0,0055 gr. Cu pour 100 gr. de feuilles et le troisième lavage laisse encore 0,0016 gr. Cu °/₀ insoluble. Ce dernier fait m'a paru particulièrement important et je l'ai vérifié à plusieurs reprises, en modifiant plus ou moins la méthode de lavage. Voici un deuxième exemple :

125 feuilles de vigne, cueillies dix jours après le traitement à la bouillie bordelaise, ont été placées pendant six heures dans un courant d'eau de façon à enlever le plus possible de la bouillie encore adhérente, tout en facilitant la dissolution subséquente de ce qui ne serait pas entraîné par l'eau. Les feuilles, après avoir subi un premier lavage à l'acide chlorhydrique, furent placées de nouveau dans l'eau courante, puis dans l'eau distillée. Celle-ci ne

donna pas la réaction du cuivre à l'analyse. Puis les feuilles furent traitées une deuxième fois à l'acide jusqu'à brunissement complet (la plupart étaient déjà brunes : les feuilles de vigne s'altérant très rapidement même par simple immersion dans l'eau). Après un lavage prolongé, jusqu'à disparition de réaction acide, les feuilles furent incinérées ; leurs cendres contenaient du cuivre.

Des essais analogues ont été répétés souvent et je n'ai jamais pu obtenir, en travaillant avec un matériel un peu abondant, de cendres de feuilles sulfatées ne donnant pas la réaction du cuivre, alors même que, dans un cas, des feuilles de pommes de terre ont séjourné pendant vingt-quatre heures dans de l'acide chlorhydrique (1 : 3).

De ces recherches il résulte que :

1° En opérant comme je l'ai fait, il est impossible d'éliminer les sels de cuivre adhérents à la surface des feuilles sulfatées à la bouillie bordelaise sans en altérer la chlorophylle.

2° Même par un lavage acide prolongé on ne réussit pas à obtenir des feuilles ne donnant plus la réaction du cuivre.

Trois interprétations de ces faits me semblent possibles : ou bien le cuivre extérieur est sous une forme suffisamment insoluble pour que la feuille soit désagrégée complètement par l'acide avant que celui-ci ait pu dissoudre les sels de cuivre ; ou bien le cuivre qui résiste aux lavages répétés n'est pas du cuivre extérieur, il a été, au contraire, fixé d'une façon quelconque à l'intérieur des cellules de la feuille et il n'est mis en liberté et solubilisé qu'au fur et à mesure que les tissus se dissocient ; ou bien, enfin, le cuivre extérieur, dissous par l'acide, forme une combinaison insoluble avec une substance organique de la feuille désagrégée. On a signalé, par exemple [1], le grand pouvoir de fixation que possède, vis-à-vis des sels de cuivre, la cuticule morte qui, à l'état vivant, ne retient pas ces derniers [2].

---

[1] Millardet. **74.**

[2] Berlese et Sostegni. **10.**

Je n'ai obtenu aucun résultat me permettant de me prononcer en faveur de l'une ou l'autre de ces hypothèses. Il suffira de constater que la présence de cuivre dans les cendres de plantes sulfatées ne permet pas de conclure à la pénétration des sels de cuivre dans les végétaux, puisqu'il est impossible de savoir si ce cuivre est extérieur ou intérieur.

L'analyse chimique ne nous donne par conséquent pas la solution du problème posé au début de ce chapitre.

Je n'ignore pas que cette conclusion est opposée à celles de plusieurs auteurs qui, au moyen de l'analyse chimique, sont arrivés à démontrer qu'il y a pénétration des sels de cuivre dans les feuilles. Quelques-uns, malheureusement, ne nous donnent pas le détail des méthodes employées pour éliminer le cuivre extérieur ; d'autres se sont placés dans des conditions toutes spéciales, différant de celles dans lesquelles opère la pratique, par exemple en sulfatant avec des solutions pures de sulfate de cuivre qui, sous cette forme, pénètre naturellement dans la feuille si ce n'est par voie physiologique, tout au moins simplement par osmose, après avoir tué les cellules dans lesquelles il pénètre ; d'autres, enfin, constatant du cuivre dans les feuilles incinérées, le considèrent comme cuivre intérieur alors même que ces feuilles, lavées à l'acide jusqu'à disparition de la réaction du cuivre dans les eaux de lavage, ont de nouveau cédé de petites quantités de ce métal lorsqu'on les plongeait dans l'ammoniaque.

⁂

Ne pouvant éliminer le cuivre sans altérer la chlorophylle, on peut se demander s'il ne serait pas possible de faire l'inverse, c'est-à-dire d'extraire la chlorophylle pour y chercher le cuivre ensuite. En premier lieu, dans le cas où les sels de cuivre pénétreraient dans les feuilles, on n'est pas certain qu'ils se combineraient avec la chlorophylle ; de plus, il est très difficile d'éviter que des traces de cuivre ne soient entraînées avec le liquide alcoolique et ne viennent donner naissance à du phyllocyanate de cuivre. Ce sel, en effet, peut se former très facilement, je m'en suis rendu compte par les essais suivants.

Des feuilles diverses ont été placées dans des vases à précipités contenant les uns de l'eau pure, les autres des solutions très diluées de sulfate de cuivre, le tout a été porté à ébullition ou dans d'autres cas simplement chauffé au bain-marie. Dans ces conditions on constate, après un temps variable suivant les espèces végétales, un brunissement ou un noircissement assez rapide des feuilles ; celles qui baignent dans les liquides cupriques reverdissent bientôt pour acquérir une teinte beaucoup plus vive que celle qu'elle possédait au début.

La feuille qui m'a donné les meilleurs résultats, en ce qui concerne la sensibilité, est celle du groseiller à épine, non pas que son pigment réagisse d'une façon spéciale vis-à-vis des sels de cuivre, mais parce que, grâce à leur forte cuticule, ces feuilles peuvent supporter plus longtemps que d'autres l'action de l'eau chaude sans se désagréger, permettant ainsi une action plus prolongée du liquide cuprique. Avec ces feuilles je suis arrivé à déceler nettement la présence du cuivre dans un liquide ne contenant que 0,000057 gr. Cu. Il suffit donc de traces de ce métal pour provoquer la formation du phyllocyanate. Ce dernier sel peut même prendre naissance facilement à froid ainsi que l'expérience suivante le démontre.

25 gr. feuilles de vigne n'ayant reçu aucun traitement ont été extraits par 500 cm^3 alcool auquel j'avais ajouté 0,01 gr. $FeSO_4$. Dans un deuxième lot identique le sel de fer était remplacé par 0,01 gr. $CuSO_4$; un troisième lot servait de témoin. A titre de comparaison j'ai étudié, parallèlement l'extrait obtenu avec 25 gr. de feuilles de groseillers à grappes et 500 cm^3 d'alcool. L'examen spectroscopique des liquides, fait à divers intervalles sur une

épaisseur de solution de 10 mm., a donné les résultats suivants :

L'extraction a été commencée le 1er septembre.

Les extraits ont été examinés le :

Longueurs d'ondes en millionièmes de millimètres.

Vigne témoin.

Raies d'absorp.	5 septembre	22 septembre	29 septembre	10 octobre	20 décembre	18 février
I	682—644	676—642	678—646	682-648	674—646	676—646
II	611—600	613—598	613—602	621—602	615—602	613—602
III	543 - 530	541—528	538—531	546—531	543—531	538—531
IV	pas visible	—	—	—	512—510	512—507
V	514	512	489	488	488	486

Vigne + 0.01 gr. $CuSO_4$.

I	673—636	676—634	672—640	678—640	674—638	676—636
II	estompée	613—592	613—590	617—598	617—597	617—595
III	estompée	538—531	538—530	541—533	540—536	540—535
IV	pas visible	—	—	—	—	—
V	495	494	494	494	490	491

Vigne + 0.01 gr. $FeSO_4$.

I	678—644	676—644	676—650	680—648	676—646	676—646
II	614—598	613—595	613—602	617—602	613—602	613—602
III	543—530	541—528	541-531	546—531	541—531	538—531
IV	pas visible	—	—	—	512 env.	513—511
V	495	494	491	491	488	486

Groseilles à grappes, témoin.

I	682-636	676—634	678—640	682—642	—	678—642
II	608—600	617—595	617—600	625—598	—	615-597
III	538—530	541—528	543—528	546—531	—	538—531
IV	—	—	—	—	—	512—488
V	512	514	498	503	—	500

Il ressort de ces chiffres que les sels de cuivre agissent d'une façon très nette sur les extraits chlorophylliens alcooliques, même à froid ; ils peuvent modifier d'une façon très notable les spectres de ceux-ci. On remarque que le sulfate de fer provoque aussi de légères modifications dans la largeur et la disposition des raies et bandes d'absorption ; mais ces écarts s'atténuent peu à peu et lorsque les phénomènes d'oxydation se sont poursuivis pendant assez longtemps le spectre de la solution chlorophyllienne ayant reçu du fer est identique à celui de la solution témoin.

Il est très probable que dans les conditions de ces expériences il y a formation de phyllocyanate de cuivre, car le liquide obtenu présente tous les caractères de ce corps : couleur vert-bleu, disparition presque complète du dichroïsme, stabilité vis-à-vis des acides, spectre d'absorption. Le fer doit être entré aussi en combinaison formant un composé analogue à celui obtenu avec le cuivre. Schunck[1] (pour qui les phyllocyanates sont des combinaisons doubles de phyllocyanine et acide gras avec un métal), a montré que la phyllocyanine donne avec le fer deux séries de combinaisons suivant l'acide en présence. Le premier groupe (acides acétique, palmitique, oleïque) donne des composés dont les spectres présentent des raies déplacées vers le violet ; le deuxième groupe (acides citrique, oxalique, malique, etc.), donne des composés dont les spectres sont identiques à celui de la chlorophylle dont ils dérivent. Il en résulte que lors même que les spectres des solutions témoin et traitées au $FeSO_4$ sont identiques, cela n'implique pas nécessairement que le fer ne soit pas entré en combinaison.

Quoiqu'il en soit, ce qui précède montre qu'il suffit de très faibles quantités de cuivre pour communiquer aux extraits chlorophylliens des propriétés particulières et je crois qu'il y a là une cause d'erreur à laquelle on n'a pas toujours suffisamment pris garde. En effet, plusieurs auteurs, voulant comparer l'intensité de coloration de feuilles sulfatées et non traitées, extraient simplement à l'alcool des quantités égales de limbe ; dans ces conditions, les parcelles de cuivre qui peuvent être encore adhérentes aux feuilles ou celles qui ont été solubilisées par un lavage, peuvent donner naissance à du phyllocyanate de cuivre auquel il faudrait attribuer pour une très large part, si ce n'est complètement, la plus grande intensité de coloration de l'extrait chlorophyllien obtenu avec des feuilles sulfatées.

---

[1] *Berl. Berich.* **106**.

Par conséquent, soit la recherche du cuivre dans les feuilles, soit l'étude du pigment de ces dernières ne nous donnent pas de renseignements précis sur la pénétration ou la non pénétration des sels de cuivre dans les végétaux sulfatés.

Renonçant à la méthode par analyse chimique, j'ai cherché à résoudre le problème d'une façon indirecte. Il m'a paru que si l'on pouvait démontrer qu'en introduisant certaines quantités de sels de cuivre dans un végétal, on donnait naissance à des phénomènes identiques à ceux qui sont provoqués dans ce même végétal par le sulfatage, on aurait démontré d'une façon absolue que, dans le second cas, ces phénomènes sont bien dus à la pénétration des sels cupriques dans la plante.

III

Introduction ds sels de cuivre dans les végétaux.

Historique.

Au commencement du siècle passé, déjà, quelques savants, de Saussure entre autres, entreprirent des séries de cultures pour étudier la possibilité de l'introduction de sels métalliques dans les plantes. Je ne puis citer tous les travaux faits dans cette direction : un index bibliographique assez complet se trouve dans le travail déjà cité de Berlese et Sostegni[1] ainsi que dans un article de C. Muller[2]. Disons simplement que de nombreux botanistes admettent la pénétration du Cu, Zn, Pb. dans les plantes croissant sur un sol renfermant des sels de ces métaux.

L'introduction des remèdes antipéronosporiques attira naturellement de nouveau l'attention sur le rôle du cuivre dans les végétaux. Les analyses se sont multipliées, et on a trouvé ce métal, non seulement dans les arbres fruitiers du district métallifère de Mansfeld, mais dans une foule de plantes n'ayant subi, cela va de soi, aucun traitement : pommes de terre, épinards, haricots, vigne (0,00054 % Cu, Sestini)[3]. Dans les expériences faites pour introduire artificiellement ce métal dans les plantes, citons celles de Phillips[4] qui constate que le cuivre, ajouté à des solutions nutritives, est un poison violent pour les racines ; celles de Tschirch[5] qui en 1891-92 arrose avec des solutions de sulfate de cuivre le sol dans lequel sont enracinés du blé et des pommes de terre ; ces plantes se développent normalement, alors même que la quantité de vitriol employée est de

---

[1] Déjà cités. **10.**

[2] Muller, *Zeit. fur Pfl. Krank.*, 1894. **82.**

[3] Déjà cité. **108.**

[4] *Bot. centralblatt,* 1883. **92.**

[5] Déjà cité. **119.**

2 kg. par mètre carré ; l'analyse décèle la présence du cuivre dans toutes les parties du végétal. Tschirch conclut que le cuivre n'a pas la même action suivant qu'il est incorporé au sol ou à une solution nutritive. Haselhoff[1] étudiant l'action exercée sur la végétation par les eaux de refus d'une fonderie de laiton, constate une action toxique des sels de cuivre sur les cultures, lorsque l'eau contient 10 mg. CuO par litre. Les espèces végétales se montrent du reste plus ou moins résistantes. Sestini[2], saturant de vitriol le sol d'une vigne, observe une poussée normale au printemps, mais dans le courant de l'été tous les ceps ont séché. Berlese et Sostegni[3] admettent la pénétration du cuivre par les racines. Otto[4] reprenant la méthode des cultures en liquides nutritifs constate pour le pois, le haricot, le maïs une action toxique des sels de cuivre ; à leur contact, les racines brunissent et perdent leurs radicelles.

Vermorel et Viala[5] se demandant si les quantités de cuivre qui, chaque année, passent au sol au moment de la chute des feuilles sulfatées ne pourraient pas, à la longue, diminuer la fertilité de celui-ci, ont établi quelques essais dont il ressort que le sol peut supporter des quantités de cuivre assez importantes sans que la végétation s'en ressente. Dans la même direction, Vermorel arrive à des résultats moins favorables que ceux obtenus par Viala.

Il ressort de ce bref résumé que le cuivre est répandu dans une foule de plantes, mais en très petites quantités ; quelques auteurs se sont même demandé si ce n'était pas là un élément nécessaire à l'organisme végétal.

Un deuxième point à relever, ce sont les divergences d'opinions ou sujet de la toxicité des sels de cuivre vis-à-vis des végétaux.

[1] *Landw. Jahbücher*, Bd. XXI, 1892. **49.**

[2] Déjà cité. **108.**

[3] Déjà cité. **10.**

[4] Otto, *Zeit. für Pfl. Krank.* III. **85.**

Revue de viticulture, 1894. **126** et **128.**

Il semble que cette dernière propriété se manifeste avec une intensité très variable, suivant la nature du milieu dans lequel plongent les racines.

Partie expérimentale.

Rappelons tout d'abord que les phénomènes qui se manifestent en général après l'application, par pulvérisation, des sels cupriques sont :

1° Une accélération des différents processus végétatifs (en particulier une maturation plus hâtive des fruits).

2° Une coloration caractéristique du feuillage d'un certain nombre de plantes sulfatées.

3° Une persistance inaccoutumée des feuilles en automne.

Telles sont les différentes manifestations que je me suis proposé de reproduire en introduisant des sels de cuivre dans les végétaux.

Pour y parvenir, j'ai employé, tout d'abord, la méthode de *cultures en liquides nutritifs*. Celles-ci ont été faites dans des flacons de verre de 300 cm^3, soigneusement enveloppés d'une chemise noire pour empêcher le développement d'algues et de champignons au sein du liquide. Ce dernier (formule de Knopp)[1] contenait tous les éléments nécessaires à la plante, y compris le fer ; les plantes mises en expériences étaient le pois, le haricot et le chou. Les deux premières espèces mises en germination sur sable humide ont été repiquées dans le liquide, après le développement des deux premières feuilles. Les choux, pris dans des semis en pleine terre, ont été repiqués lorsqu'ils possédaient de quatre à six feuilles.

Toutes les plantes se sont d'abord développées très vigoureusement en poussant un abondant chevelu. A ce moment j'ai introduit dans le liquide nutritif, sous forme de sulfate ou de chlorure, le cuivre, à dose de 1-10 mg. par flacon. L'action toxique de ces sels s'est manifestée de suite sur les racines avec une intensité dépendant de la concentration. Ce sont les poils absorbants qui disparaissent les premiers, puis les radicelles elles-mêmes brunissent, s'épaississent, ici et là, puis se désagrègent. Il résulte de là, naturellement, que la plante dépérit, les feuilles développées sèchent, celles qui croissent s'étiolent.

---

[1] Belzung. **9.**

Il est évident que, dans ces conditions, on ne peut faire aucune constatation relative à l'action excitatrice du cuivre sur la végétation.

Une nouvelle série de recherches a été entreprise en modifiant légèrement la méthode; elles ont porté sur les mêmes plantes repiquées dans du sable arrosé avec le liquide nutritif contenant le cuivre. Le résultat a été tout à fait analogue, les plantes ont végété quelque temps, puis ont péri, leur système radicellaire ayant été détruit par l'action toxique des sels de cuivre.

En présence de ces insuccès, il était tout naturel d'essayer d'introduire le cuivre avant la formation des radicelles, c'est-à-dire de le faire pénétrer dans la graine.

Huit lots égaux de grains de blé ont été immergés dans une solution de $Cu\ So_4$ à 0,5 °/o pendant respectivement demi-heure, une heure, quatre heures, six heures, dix heures, vingt-quatre heures, de façon à ce que tous les lots puissent être semés au même moment; deux lots témoins ont été plongés dans de l'eau pure pendant une et dix heures. Les grains une fois hors du liquide ont été essorés rapidement entre deux feuilles de papier buvard et semés immédiatement sur sable humide.

Une série analogue a été établie avec de l'avoine. Il est évident que les différents lots placés dans des vases identiques ont reçu chaque jour, en arrosage, la même quantité d'eau, de façon que les conditions de chaleur et d'humidité demeurassent en tous points comparables.

Cette expérience a été faite, en même temps, également sur blé et avoine, mais en remplaçant la solution de sulfate de cuivre par une solution de sulfate de fer à 0,5 °/o.

Voici la récapitulation des résultats fournis pas ces deux doubles séries :

Au moment de la germination on constate, d'une part, que les graines traitées au sulfate de fer germent plus tôt que les graines témoin et, d'autre part, que la germination est d'autant plus hâtive que le traitement a été plus prolongé, ceci pour le blé tout particulièrement. Cependant, dans les lots traités pendant dix et vingt-quatre heures on remarque que si la germination est très hâtive pour un certain nombre de graines, elle est par contre assez irrégulière.

Dans les lots traités au sulfate de cuivre, les choses se passent tout différemment. Ce sont les graines témoins qui germent en premier lieu, celles qui ont été immergées dans le sulfate de cuivre se développent d'autant plus tardivement que le traitement a été plus prolongé. Sous ce rapport il y a de grandes différences entre le blé et l'avoine, cette dernière céréale paraissant tout particulièrement sensible à l'action des sels cupriques. Mais ce fait, dont j'ai donné ailleurs l'explication [1], n'a pas d'importance pour le sujet qui nous occupe.

Trois semaines après la germination, les cultures présentaient les caractères suivants :

Les lots immergés dans le sulfate de fer sont en général normalement développés, celui traité pendant une demi-heure est semblable au témoin quant à la croissance, les autres sont plus vigoureux, sauf les lots traités pendant dix et surtout vingt-quatre heures qui ont donné naissance à des plantules moins hautes que celles issues de graines traitées simplement à l'eau pure.

Les séries immergées dans le sulfate de cuivre semblent indiquer, mais d'une façon peu précise, un développement plus intense dans les lots traités pendant demi-heure et une heure que chez les témoins. Les traitements plus prolongés se traduisent par une dépression qui s'accentue très rapidement surtout chez l'avoine.

---

[1] F. Porchet, *Bull. Soc. Vaud. Sc. Nat.* XXXIX. 147. P. V.

Il résulte de ce qui précède, que le sulfate de fer produit une excitation qui devient une intoxication lorsque le traitement est prolongé pendant vingt-quatre heures. Pour le sulfate de cuivre, fait à peu près identique, mais l'action toxique se manifeste d'une façon beaucoup plus intense, tandis que l'excitation est très peu caractéristique.

En ce qui concerne la coloration des feuilles, j'ai constaté que les plantes issues de graines immergées dans le sel de fer sont plus vigoureuses, plus trapues et leurs feuilles sont d'un vert plus foncé que celui des plantes témoin.

La même observation s'applique aux plantes des lots traités au sulfate de cuivre qui présentent toutes (même celles qui sont rabougries) un feuillage d'un vert intense. J'ai en outre constaté dans quelques cas l'apparition d'une coloration vert-bleu très caractéristique.

Ces différences d'aspect de la chlorophylle ne peuvent être attribuées qu'à la présence du fer ou du cuivre dans les jeunes plantes. J'ai recherché, par la méthode électrolytique, ce dernier métal dans les feuilles des lots traités au sulfate de cuivre. Voici, à titre d'exemple, les résultats obtenus sur une série ; le poids des cendres indiquera l'importance relative de la récolte dans les différents lots :

Temps d'immersion des graines dans $Cu\ So_4$	Poids de la récolte incinérée.	Recherche du cuivre
$^1/_2$ heure	0.223 g.	Pas constaté
1 »	0.215 »	Id.
4 heures	0.142 »	Constaté
6 »	0.135 »	Id.
10 »	0.072 »	Id.
24 »	0.052 »	Id.
Témoin, 2 lots	0.416 »	Pas constaté

Ces quelques recherches montrent que par immersion de la graine dans une solution cuprique on peut introduire dans les jeunes plantes de petites quantités de cuivre dont la présence à l'intérieur du végétal se traduit par une coloration spéciale du feuillage. Par contre ce procédé ne permet pas de mettre en évidence, d'une façon assez nette, l'action excitatrice des sels de cuivre, car ces derniers exercent trop facilement une influence inverse due en particulier à leur toxicité vis-à-vis des radicelles.

Pour éviter cette intoxication du système radiculaire, j'ai eu recours à une troisième méthode qui consistait à introduire artificiellement de petites quantités de sels cupriques dans un rameau coupé pour enraciner ensuite celui-ci.

La vigne était le végétal tout indiqué pour ces recherches, puisqu'elle possède la propriété d'enraciner assez facilement ses bois, soit dans un sol humide, soit directement dans un liquide. J'ai utilisé ces deux procédés.

1° Cultures de sarments en liquides

Au commencement d'avril, un certain nombre de sarments, aussi comparables que posible, ont été détachés des ceps de même variété et placés dans des bouteilles de verre foncé, de 700 cm^3, contenant les solutions des sels suivants, dans de l'eau distillée :

Mg So_4 0.1 %
Fe So_4 0.1 %
Cu So_4 0.1 %
Cu So_4 0.01 %
Cu So_4 0.001 %
Eau distillée.

Chaque bouteille ne contenait qu'un sarment.

Tous les bois, taillés de même façon, portaient trois bourgeons, et plongeaient sur une même longueur dans les différentes bouteilles. L'expérience a été faite sur deux séries.

Neuf jours après le début de l'essai, les bourgeons, des sarments plongeant dans le sulfate de magnésium et dans le sulfate de cuivre le plus dilué, commencent à gonfler. Seize jours après tous les sarments portent des feuilles. Ceux plongeant dans le sulfate de fer se développent très vigoureusement. Vingt-sept jours plus tard, l'ordre de classement est le suivant, en allant des bois les plus développés à ceux qui le sont le moins :

Fe So_4, Mg. So_4, Cu So_4 0.001, Cu So_4 0.01 $^0/_0$, témoin, Cu So_4 0.1 $^0/_0$.

A partir de ce moment, la poussée cesse, ou à peu près, car aucun sarment n'a formé de racines; dans l'espoir de provoquer la formation de ces dernières, j'ai remplacé, cinquante-un jours après le début de l'expérience, l'eau par un liquide nutritif, contenant tous les éléments nécessaires à la plante, sauf le fer, et auquel j'ai ajouté respectivement

0.7 g. Mg So_4
0.7 g. Fe So_4
0.7 g. Cu So_4
0.07 Cu So_4
0.007 Cu So_4
—

Voici, pour une série, le nombre des feuilles constatées pendant la période végétative ($^1/_2$ indique une feuille non encore parfaitement développée) :

Nombre de jours écoulés depuis la mise en expérience.	9	16	27	39	48	58	67
Témoin	0	1.5	7	7	8	8	8
Mg So_4 0.7 g.	0.5	2	9	9	9.5	9.5	9
Fe So_4 0.7 »	0	7.5	11	11	10	10	8
Cu So_4 0.7 »	0	3	5	7	7.5	7.5	7
Cu So_4 0.07 g.	0	3	6	8	9	9	10
Cu So_4 0.007 g.	0.5	3.5	6	8	8	8	10
			Eau			Liquide nutritif	

A partir de cette dernière observation, il est intéressant non seulement de noter le nombre des feuilles, qui tend à diminuer, mais encore et surtout l'aspect qu'elles présentent, de façon à constater si la présence de sels métalliques dans les sarments a modifié les propriétés de la chlorophylle. Pour simplifier, je résume ces données sous forme de tableau, en indiquant, dans chaque lot, tout d'abord le nombre total de feuilles encore attenantes au sarment, puis le nombre de celles dont le pigment est plus ou moins altéré ; la différence indique naturellement la quantité de feuilles encore vertes :

	58 jours	67 jours	94 jours.	130 jours	145 jours
Eau	8 feuilles 4 jaunissent	8 feuilles 2 jaunes 2 jaunissent	Toutes les feuilles sont sèches et détachées	—	—
Ig So_4 0.7 g.	9.5 feuilles 7 jaunissent	9.5 feuilles 7 jaunes	8 feuilles. Les autres sont tombées	Toutes les feuilles sont tombées	—
Fe So_4 0.7	10 feuilles 6 jaunissent	8 feuilles 4 jaunes	8 feuilles. Toutes sont jaunes	Toutes sont tombées	—
Cu So_4 0.7	7.5 feuilles 2 bordées jaune, reste vert foncé	7.5 feuilles 2 jaunissent	6 feuilles 1 jaune	5 feuilles 5 jaunissent	Toutes sont tombées
Cu So_4 0 07	9 feuilles d'un vert très foncé	10 feuilles 4 jaunissent	10 feuilles 6 jaunissent	10 feuilles. Toutes jaunes	Toutes sont tombées
u So_4 0.007	8 feuilles	10 feuilles 3 jaunissent	7 feuilles 5 jaunes	5 feuilles jaunes.	Toutes sont tombées

Les chiffres de ces deux tableaux montrent tout d'abord que le sulfate de magnésium et le sulfate de cuivre, ce dernier en solution très diluée, provoquent une poussée un peu plus hâtive des bois qui y plongent, mais cette accélération ne se manifeste pas longtemps pour le sel de cuivre.

Les sulfates de magnésium et de fer, au contraire, donnent à la plante une vigueur très remarquable.

Par contre, les sels cupriques exercent une action très nette sur la durée de la végétation. Ce sont les sarments qui ont cru dans la solution nutritive pure qui ont perdu leurs feuilles en premier lieu ; viennent ensuite ceux plongeant dans Mg So_4, Fe So_4. Enfin, tous les bois traités au sel de cuivre présentent, et cela d'une façon très frappante, une plus grande persistance des feuilles. La coloration de celles-ci était caractéristique et présentait cette teinte spéciale que possède le feuillage d'une vigne ayant reçu un traitement cuprique. Il est à remarquer que la persistance des feuilles est maximum pour les concentrations les plus fortes du liquide cuprique et qu'elle diminue si la dilution de celui-ci augmente.

En résumé, en introduisant, ainsi que nous venons de le faire, de petites quantités de cuivre dans les sarments, on provoque une partie des phénomènes qui se manifestent après les traitements extérieurs aux remèdes cupriques, savoir :

1° Une coloration plus intense du feuillage ;

2° Une persistance caractéristique de la verdeur de celui-ci, à l'époque de sa chute.

Il est une objection que je pense utile de prévenir : pendant le développement des sarments expérimentés, la base de ceux-ci, plongeant dans un liquide nutritif, c'est-à-dire dans un milieu particulièrement favorable au développement de microorganismes provoquant ordinairement la décomposition des matières organiques, on pouvait se demander si les différences constatées, en particulier en ce qui concerne la persistance des feuilles, ne provenaient pas du fait que les plantes, plongeant dans des solutions cupriques, ont été protégées contre les agents de putréfaction, grâce aux propriétés anticryptogamiques du vitriol bleu.

Je n'ai pas constaté de différence sensible dans la limpidité des différents liquides à la fin de l'expérience; en outre, les bois de tous les lots présentaient plus ou moins le même aspect. Au reste, cette objection ést complètement réfutée par les résultats fournis par des cultures en tourbe, cultures dans lesquelles il est impossible de faire intervenir l'action anticryptogamique du cuivre qui aurait pu jouer un rôle dans les expériences précédentes.

2° CULTURES DE SARMENTS DANS LA TOURBE

En 1893-1894, M. Chuard, à la suite de ses recherches concernant la nitrification dans le terreau de tourbe et l'emploi de ce produit comme engrais, et à l'occasion de recherches nouvelles concernant l'action des sulfates sur la végétation, avait déjà entrepris une série d'essais de culture de sarments (chapons) dans un milieu additionné de divers sulfates métalliques qui peuvent jouer un rôle dans la végétation : $Cu SO_4$. $K_2 SO_4$. $Mg SO_4$. $Fe SO_4$ et $Cu SO_4$ et avait observé dans ses essais, demeurés inédits, la persistance du phénomène végétatif et de la couleur verte des feuilles dans les essais avec $Cu SO_4$. Sur son conseil j'ai repris ces essais en procédant comme suit :

Le 9 avril, des sarments ont été détachés des ceps, dans des conditions aussi semblables que possible et placés trois par trois dans des vases contenant du terreau de tourbe. Après la plantation, les divers pots ont reçu, en arrosage, des solutions de sulfates métalliques de 0.001 $^0/_0$ à 1 $^0/_0$. Les différents lots ont reçu au total :

I	$Cu So_4$	7 g.	V	$Fe So_4$	0.7 g.
II	$Cu So_4$	0.7 g.	VI	$Mg So_4$	0.7 g.
III	$Cu So_4$	0.07 g.	VII	Eau pure.	
IV	$Cu So_4$	0.007 g.	VIII	$Cd So_4$	0.7 g.

Il ne doit pas être tenu compte du lot VIII qui a été mis en expérience beaucoup plus tard que les autres et dans des conditions défavorables. Je l'aurais éliminé de ces notes s'il ne figurait dans la planche accompagnant ce travail.

Dans la suite, la tourbe a été maintenue humide par arrosage à l'eau ordinaire.

Voici un résumé des constatations faites : dix jours après la plantation, les bourgeons des lots II, III, IV commencent à se gonfler. Onze jours plus tard, le lot VI ($Mg\ So_4$) possède déjà quatre feuilles développées, les bourgeons de II et III s'entr'ouvrent, dans les autres lots aucun développement ne se manifeste. Par contre trente-trois jours après la mise en expérience, on constate que les bourgeons ont poussé dans tous les lots, sauf dans celui traité au fer qui a pris deux mois pour se développer.

Les sarments, traités au sulfate de cuivre dilué et au sulfate de magnésium, se sont montrés les plus vigoureux. Voici le nombre de feuilles des différents lots, à la fin de la période végétative.

Mise en expérience le 9 avril	14 août	1 septembre
$Cu\ So_4$ 7 g. = I	7	16
$Cu\ So_4$ 0.7 g. = II	21	25
$Cu\ So_4$ 0.07 g. = III	33	33
$Cu\ So_4$ 0.007 g. = IV	16	21
$Fe\ So_4$ 0.7 = V	10	15
$Mg\ So_4$ 0.7 = VI	30	34
Témoin = VII	14	21

Nous sommes donc en présence d'une action stimulante du sulfate de Mg. et du sulfate de cuivre à certaine concentration ; pour ce dernier sel, dans cette expérience, cette action excitatrice est maximum pour une concentration de 0.01 %; elle diminue dans les lots II et IV, et fait place, dans le lot I, $Cu\ So_4$ 1 %, à une réelle action toxique.

La coloration des feuilles des sarments traités au cuivre était caractéristique, surtout pour les lots I à III. En

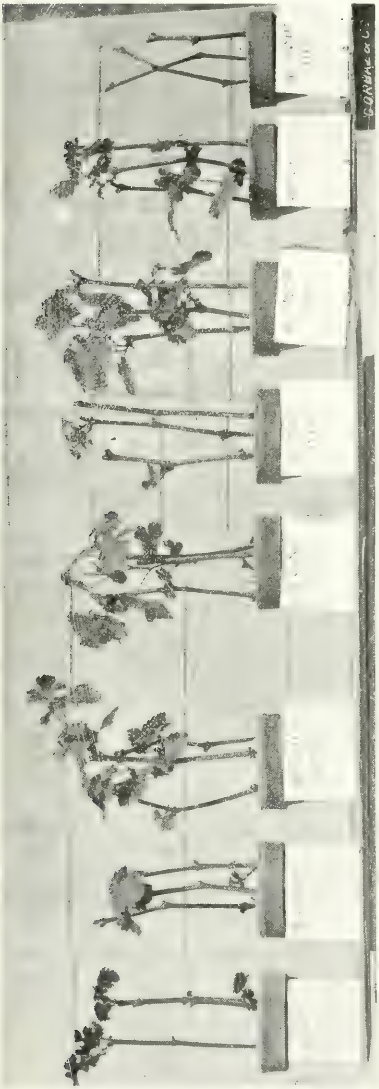


Fig. 1. — Culture de sarments en tourbe. (Photographie prise au moment de la poussée.)

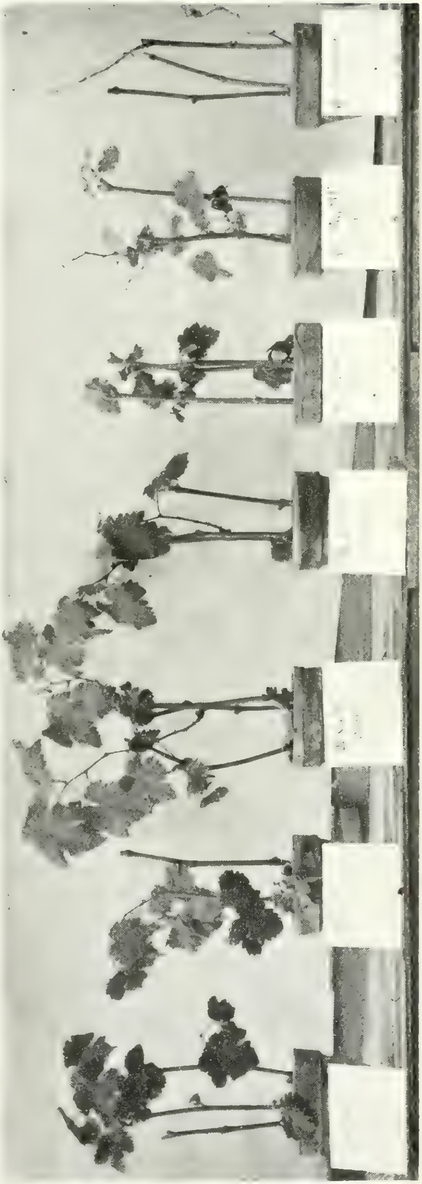

0 % feuilles tomb.
44 %
64 %
67 %
72 %
74 %
77 %
100 %

Fig. 2. — Culture de sarments en tourbe. (Photographie prise au moment de la chute des feuilles.)

automne j'ai pu observer des faits identiques à ceux signalés dans les cultures en liquides. Les sarments témoins ont perdu leurs feuilles très tôt, puis les lots traités à la magnésie et au fer ont suivi, tandis que les sarments contenant du cuivre conservaient leur feuillage, et cela d'autant plus longtemps que la concentration du liquide cuprique était plus élevée.

Comme nous venons de voir que ce n'est pas la solution la plus concentrée du sulfate de cuivre qui produit l'excitation maximum, on peut déjà supposer que la persistance des feuilles des vignes sulfatées *n'est pas la conséquence directe de l'excitation* produite par les sels de cuivre sur le végétal, les deux manifestations ne passant pas par un maximum au même moment. Je reviendrai du reste sur ce point.

Je me dispenserai de donner davantage de chiffres pour cette expérience avec la tourbe, en remplaçant ceux-ci par les deux photographies de la planche V qui montrent, mieux que ne pourraient le faire des données numériques, que j'ai réussi à reproduire, dans une même série d'essais, les deux phénomènes qui sont caractéristiques des vignes sulfatées (Pl. V, fig. 1 et 2).

1° Une poussée plus vigoureuse et plus hâtive ;

2° Une coloration plus intense et plus persistante des feuilles.

J'ai dosé le cuivre dans les différents lots (méthode électrolytique, modification Rudorff[1]) après incinération de la partie aérienne des chapons. J'ai obtenu pour 100 gr. de plante sèche :

Lot I	0,0133 gr. Cu °/₀
Lot II	0,0019 gr. °/₀
Lot III	présence de cuivre
Lot IV	pas constaté de cuivre
Témoin	» » »

---

[1] J. Riban, *Traité d'analyse chimique par électrolyse*, 1899.

Dans le lot III le dépôt de métal était très caractéristique mais cependant pas dosable, car en opérant sur la totalité du lot je n'ai obtenu que moins de 0,0001 gr. Cu.

On voit donc qu'il suffit de quantités excessivement faibles de cuivre pour provoquer l'excitation.

D'autre part il est important de relever le fait que, dans ces recherches, les sarments ont pu se développer et s'enraciner en présence de quantités relativement élevées de cuivre (7 gr.). Connaissant l'action toxique si énergique qu'exercent les sels de cuivre, même à faible dose, sur les racines, j'étais tout naturellement amené à supposer que ce métal était fixé par la tourbe en une combinaison insoluble ou, tout au moins, ne possédant pas de propriétés toxiques vis-à-vis du système radiculaire. On sait que l'élément caractéristique de la tourbe est la matière organique acide, à laquelle on a donné le nom d'acide humique non combiné.

Dans les sols cultivés, cet acide est neutralisé par les sels minéraux, ceux de calcium, par exemple, formant avec eux l'humate de calcium. Etait-ce à une combinaison analogue entre l'acide humique et les sels de cuivre qu'il fallait attribuer l'atténuation de la toxicité de ces derniers?

On a déjà décrit[1] le sel de cuivre dérivé de l'acide humique. Je l'ai préparé en dissolvant, sous forme d'humate d'ammonium, l'acide humique de la tourbe dans l'ammoniaque. Pour purifier l'acide humique, celui-ci a été ensuite précipité par l'acide chlorhydrique, filtré, lavé, puis chauffé à ébullition avec de la soude caustique et précipité à nouveau. Ce traitement a été opéré à plusieurs reprises. L'acide, ainsi obtenu, transformé en humate d'ammonium, en solution aussi neutre que possible, a été précipité, par addition d'une solution de sulfate de cuivre, sous forme d'humate de cuivre, précipité brun-verdâtre qui a été lavé jusqu'à disparition de la réaction du cuivre. L'humate de fer a été préparé de la même manière.

---

[1] Wollny, *Les formes d'humus*. Paris, 1902. 135.

Les essais entrepris avec ces sels ont porté sur quatre pieds de vigne de trois ans, c'est-à-dire possédant un système radiculaire parfaitement développé.

Chaque pied fut placé dans un bocal en verre, contenant une solution nutritive sans fer. Une semaine après, les sels métalliques furent ajoutés : deux pieds ont reçu respectivement 1 et 5 gr. d'humate de fer, les deux autres la même quantité d'humate de cuivre. Dans tous les lots, les plantes ont manifesté une vigueur nouvelle qu'on pourra peut-être attribuer, il est vrai, à l'action de la matière organique (bien que la solution nutritive contînt de l'azote en suffisance) et non à l'influence des sels métalliques. La poussée n'a pas été plus vigoureuse dans les ceps traités au cuivre que dans ceux qui avaient reçu l'humate de fer ; mais, par contre, le feuillage des premiers possédait la teinte particulière, signalée dans les recherches précédentes. Le fait était si caractéristique que certaines feuilles présentaient, le long de la nervure principale, en particulier, des reflets bleu-vert excessivement caractéristiques. Or, cette différence de coloration ne peut être attribuée qu'à la nature du métal, car les deux humates possédaient sensiblement la même richesse en matières organiques.

L'analyse a donné en effet :

Humates de fer = 79.4 $^0/_0$ de matières organiques.

Humate de cuivre = 76.9 $^0/_0$ de matières organiques.

J'hésiterais peut-être à tirer une conclusion générale de ces expériences, qui peuvent paraître trop peu nombreuses, si des constatations analogues à celles que je viens de mentionner n'avaient déjà été faites incidemment.

M. P. Viala [1], recherchant quelle dose de cuivre on pouvait incorporer au sol sans nuire au développement de la vigne, constate que, dans un terrain riche, on peut introduire jusqu'à 200 gr. de sulfate de cuivre dans 15 kg. de terre, sans que pour cela la vigne paraisse incommodée. Au contraire, les feuilles des plantes traitées paraissent plus vertes et plus vigoureuses. L'auteur, orienté dans une autre direction, n'a pas tiré de conclusion de ce fait. Vermorel[2], ayant fait des expériences analogues, constate une résistance beaucoup moins grande des ceps arrosés avec du sulfate de cuivre, probablement parce que le sol en expérience était moins riche, c'est-à-dire plus pauvre en matière organique non combinée.

---

[1] Déjà cité. **128.**

Il est fort probable que la proportion d'acide humique libre dans le sol est le principal facteur auquel il faut attribuer les résultats divergents obtenus par plusieurs expérimentateurs travaillant, en apparence, dans des conditions comparables.

En résumé, je dirai : les sols riches en acide humique non combiné peuvent absorber d'assez grandes quantités de sels de cuivre et fixer ceux-ci en formant de l'humate de cuivre, forme sous laquelle ce dernier métal perd sa toxicité vis-à-vis des racines, tout en restant absorbable par ces dernières.

Le problème que je m'étais posé au commencement de ce chapitre me paraît être résolu. Il ressort en effet de tout ce qui precède que lorsqu'on introduit dans un végétal de petites quantités de cuivre, soit avant la formation des racines, soit après (en l'ajoutant sous forme d'humate de cuivre), on provoque un développement plus rapide de la plante, une coloration spéciale et persistante de son feuillage ; en un mot, on reproduit tous les phénomènes que provoque l'application des composés cupriques sur les feuilles de la vigne. Il me paraît donc démontré que ces modifications dans l'allure de la végétation sont produites par la présence de petites quantités de cuivre (nous ignorons sous quelle forme) à l'*intérieur* du végétal, ce qui implique donc *une pénétration des sels de cuivre à l'intérieur des feuilles sulfatées.*

---

[2] *Loc. cit.* **126.**

IV

Nature de l'action des sels de cuivre sur les végétaux.

J'ai déjà eu l'occasion d'indiquer, dans le résumé bibliographique qui précède ce travail, l'explication proposée pour interpréter les faits constatés partout depuis l'introduction des sels de cuivre en viticulture. Tous les auteurs, du moins je ne connais pas d'exception, admettent que les composés cupriques provoquent une augmentation de la quantité de chlorophylle qui se traduit par une croissance plus rapide de la plante, une maturation plus hâtive des fruits et enfin une production plus forte de produits d'assimilation (amidon, sucre). Pour tous le cuivre est un excitant de la fonction chlorophyllienne. Il n'y a de divergence que quant au mode d'action des sels de cuivre ; les uns soutenant l'idée d'une action chimiotaxique, les autres celle de la pénétration. Je viens de démontrer que c'est cette dernière hypothèse qui est exacte.

Une telle unanimité d'opinion ne saurait surprendre, car toutes les recherches entreprises dans ce domaine ont eu pour but l'utilisation pratique en agronomie des propriétés anticryptogamiques du cuivre ; elles ont porté, par conséquent, sur les végétaux les plus directement intéressés : la vigne et la pomme de terre. Or, précisément, ces deux plantes se montrent particulièrement sensibles à l'action des sels de cuivre. L'application de composés cupriques sur leurs feuilles se traduit bientôt, et cela d'une façon très régulière, par une vigueur spéciale du feuillage dont le pigment, prenant une couleur plus foncée, fait supposer par là qu'il devient plus abondant. Ce fait étant constaté régulièrement, il était naturel de conclure que c'est sur la production du pigment chlorophyllien que les sels de cuivre exercent une action excitante particulière.

Pour les raisons indiquées précédemment, j'ai poursuivi mes recherches surtout sur les groseillers à grappes, groseillers à gros fruits et framboisiers. Or, pendant les quatre années sur lesquelles se sont répartis mes essais, il ne m'a pas été possible de constater que le sulfatage produisît une coloration spéciale du feuillage des arbustes cités, pas plus qu'un retard dans la chute automnale de leurs feuilles. C'est pourtant sur ces végétaux que l'analyse chimique a permis de mettre en lumière une maturation plus hâtive des fruits ainsi qu'une légère augmentation de la proportion de sucre dans ces derniers.

Ce simple fait semblerait indiquer lui aussi [1] qu'il n'y a pas une relation de cause à effet entre les modifications apportées par les sels cupriques sur le feuillage et celles qu'ils provoquent dans la composition chimique des fruits. Il était intéressant d'examiner la sensibilité du pigment de la chlorophylle de quelques plantes, vis-à-vis des sels de cuivre.

J'ai pu constater une augmentation *apparente* [2] de la pigmentation des feuilles après sulfatage à la bouillie bordelaise chez les plantes suivantes :

Vigne (*Vitis vinifera*), pomme de terre (*Solanum tuberosum*), tomate (*Solanum lycopersicum*), chrysanthème (*Chrusanthemon*).

Par contre, aucune coloration spéciale des feuilles sulfatées n'a été observée chez le groseiller à grappes (*Ribes*

---

[1] Voir page 525 de ce mémoire.

[2] J'emploie le terme « apparent » pour ne pas préjuger de la question ; je veux dire par là que les choses se passent comme s'il y avait augmentation de la quantité de chlorophylle.

rubrum) (raisins de mars), le groseiller à épines *(Ribes grossularia)*, le framboisier *(Rubus Idaeus)*, les pois *(Pisum sativum)*, haricots *(Phaseolus vulgaris)*, fèves *(Vicia faba)*, épinards *(Spinacia oleracea)*, chicorée *(Cichorium intybus)*, iris *(Iris germanica)*.

Nous ne sommes donc pas en présence d'une action se manifestant d'une façon générale, mais bien d'une sorte de sensibilité plus ou moins grande de la chlorophylle des diverses plantes vis-à-vis des sels de cuivre.

Quel est donc le siège de l'action excitatrice produite par les sels de cuivre, puisque celle-ci ne semble pas être localisée dans les cellules à fonction chlorophyllienne?

Pour essayer de résoudre cette question, j'ai pensé que le plus simple était d'introduire artificiellement dans les rameaux de petites quantités de cuivre, et de suivre ensuite les modifications qui pourraient se manifester dans l'allure de la végétation.

La première méthode employée fut la suivante :

J'ai pratiqué un certain nombre d'incisions longitudinales sur des rameaux de groseillers à épines ; ces branches ont été recourbées en U, de façon à pouvoir immerger la courbure — parties ayant reçu les incisions — dans des solutions de sulfate de cuivre de 0.5 °/₀ à 5 °/₀. L'expérience a été faite à fin mars, c'est-à-dire à une époque où la circulation est particulièrement intense dans la plante. aussi les solutions furent-elles très rapidement absorbées. J'introduisis ainsi brusquement des quantités assez élevées de cuivre dans le végétal qui présenta, de suite, tous les symptômes d'une intoxication. Les feuilles qui venaient de s'épanouir brunirent puis séchèrent, les bourgeons cessèrent de se développer. Il est à noter que l'empoisonnement se propagea, dans les branches traitées, très rapidement, et cela dans les deux sens, c'est-à-dire que les effets toxiques du cuivre s'étendirent depuis la région immergée jusqu'au bourgeon terminal des branches et, en même temps, depuis cette région jusqu'au tronc de l'arbuste. Le courant se répandit même dans les branches n'ayant reçu aucun traitement et produisit, là aussi, la mort des feuilles et des bourgeons. Il en résulta un empoisonnement complet de l'arbuste. Il faut tenir compte de ce que ce dernier était un groseiller greffé sur haute tige ; les points d'attache des branches sur le tronc étaient très voisins, ce qui facilitait l'intoxication générale. Dans ce cas donc, l'introduction des sels de cuivre a provoqué un empoisonnement du végétal.

Pensant que cela provenait du fait que l'absorption du liquide cuprique avait été trop rapide et surtout trop abondante, j'ai supprimé les incisions sur les rameaux dans les essais suivants :

A fin mars, c'est-à-dire au moment où les premiers bourgeons s'entr'ouvraient, les extrémités des rameaux d'un groseiller à épines ont été plongées dans des tubes de 9 cm. de longueur, contenant des solutions de $Cu\ SO_4$ à 0.05 $^0/_0$, 0.5 $^0/_0$, 1 $^0/_0$, 5 $^0/_0$, 10 $^0/_0$, et ont été maintenues immergées pendant vingt-quatre heures consécutives ; les extrémités des rameaux témoins ont séjourné pendant le même temps et dans des conditions semblables dans des tubes contenant de l'eau distillée. Après ce traitement, les tubes ont été enlevés, et j'ai observé le développement des différents rameaux.

Voici un résumé des notes prises au sujet de cette expérience :

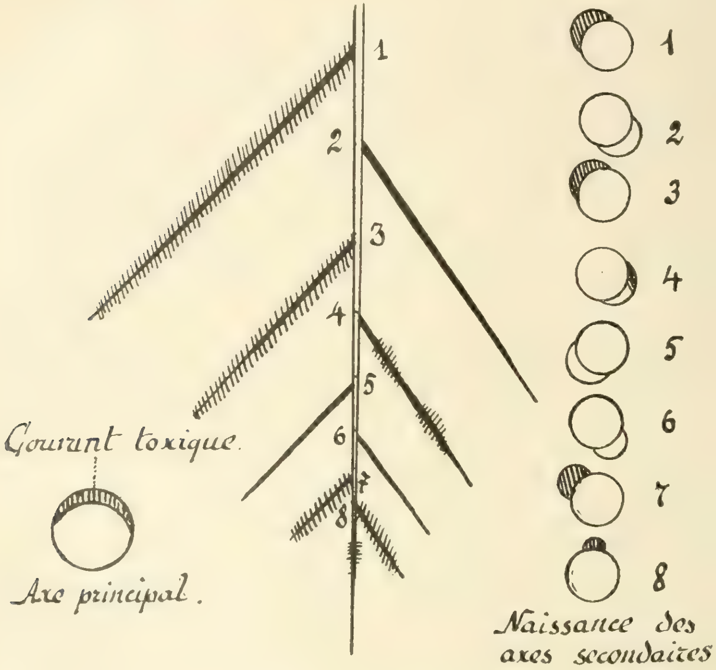
Témoin. Au sortir de l'eau, les jeunes feuilles sont en parfait état et ne semblent pas avoir souffert de la privation d'air ; quatre jours après, les bourgeons sont normalement développés et sains ; dix jours après le début de l'expérience, on constate que toutes les feuilles des bourgeons se fanent et cela, non seulement dans la région qui avait été immergée, mais sur toute la longueur de la branche. La plupart de ces feuilles tombent et, depuis ce moment, les bourgeons continuent à se développer vigoureusement.

Cu SO_4 *0.05* $^0/_0$. Au sortir du liquide, toutes les feuilles déjà développées sont brunes. Onze jours plus tard, il n'y paraît presque plus ; seules les feuilles ayant été en contact avec la solution cuprique ont séché ; tous les bourgeons immergés se sont développés normalement, ainsi que ceux du reste de la branche. Trois semaines après la mise en expérience, le développement du rameau entier est normal et très vigoureux.

Cu SO_4 *0.5* $^0/_0$. Au début, ce rameau présente le même aspect que le précédent, mais peu à peu, on constate que les bourgeons qui ont été en contact avec la solution de sulfate de cuivre se développent difficilement ; trois semaines après le traitement, il existe une dépression très nette dans le développement foliaire de la partie immergée, le reste de la branche, par contre, est très vigoureux.

Cu SO_4 *1* $^0/_0$. Les feuilles déjà développées ont naturellement bruni au contact de la solution de vitriol. Onze jours après on observe que les bourgeons immergés ont cependant poussé péniblement quelques feuilles vertes. L'action toxique de cuivre n'est pas limitée à la portion de la tige qui a été en contact avec le liquide, car les bourgeons du reste de la branche présentent, par-ci, par-là, des signes d'intoxication. Trois semaines plus tard, quelques feuilles subsistent dans la région terminale, de là la zone d'empoisonnement s'étend sur une longueur de 45 cm. dans la direction du tronc. Cependant, l'action nuisible du cuivre s'est fait sentir lentement, car la plupart des bourgeons non immergés se sont développés et ceux-ci n'ont séché qu'après avoir atteint un certain degré d'accroissement et d'une façon très irrégulière.

Je schématise ci-dessous la disposition des rameaux secondaires sur la branche principale, en couvrant de hachures les parties sèches. A première vue, il semble im-



possible de comprendre une disposition aussi irrégulière. Cependant, si on examine le point de sortie de chaque rameau secondaire de la branche primaire, on entrevoit une explication : les sels de cuivre qui, à l'extrémité de la branche, sont répartis sur toute la section de celle-ci puisqu'ils y pénètrent de toute parts, tendent à se réunir en un seul courant liquide, s'acheminant vers le tronc en suivant une partie parfaitement déterminée de la branche. Tous les rameaux secondaires, dont les faisceaux fibrovasculaires sont issus de la portion de la branche parcourue par le courant contenant les sels de cuivre, seront intoxiqués à leur tour, les autres ne le seront pas.

J'ai placé en regard du croquis de la branche les coupes schématiques des régions où les rameaux secondaires prennent naissance en indiquant aussi par des hachures les parties sèches. Au premier coup d'œil, on voit que, dans le cas qui nous occupe, le courant toxique a suivi la partie supérieure de la branche, provoquant la mort de tous les rameaux prenant naissance dans cette partie, épargnant par contre ceux qui s'inséraient à la face inférieure.

Cette localisation du courant toxique est due sans doute à la propriété connue du protoplasma qui fait que celui-ci tend à isoler les éléments toxiques qui entrent en contact avec lui.

$Cu\ SO_4$ 5 $^0/_0$. Dès le début, on constate une action intoxicante, non seulement dans la partie immergée, mais sur toute la branche ; celle-ci ne porte qu'un rameau secondaire qui n'est que partiellement atteint par le courant des sels de cuivre.

$Cu\ SO_4$ 10 $^0/_0$. Les bourgeons immergés ont été immédiatement tués, on pouvait s'attendre à ce que tout le reste de la branche subît le même sort. Or, il n'en a rien été. L'action toxique du sulfate de cuivre a été strictement limitée à la région immergée, le reste de la branche n'a absolument pas souffert, celle-ci a poussé très normalement et a mené ses fruits à parfaite maturation.

Il est probable que, sous l'influence de l'action astringente du $Cu\ SO_4$ à une semblable concentration, le protoplasme s'est coagulé et a empêché ainsi la pénétration du sel de cuivre dans le reste de la branche.

En résumé, nous constatons que dans les conditions dans lesquelles ont été faites ces expériences, le sulfate de cuivre à 0.05 $^0/_0$ n'exerce pas d'action toxique sur l'organisme avec lequel il est mis en contact. Une solution à 0.5 $^0/_0$ provoque une légère dépression sur les organes qui en subissent l'influence. Si la concentration est de 1 à 5 $^0/_0$, on provoque un empoisonnement de toute une partie du végétal. Le sulfate de cuivre à 10 % exerce une action intoxicante maximum, mais, par contre, limitée.

Ce sont là des faits absolument analogues à ceux que nous avons constaté sur les sarments cultivés en tourbe. Soit les chiffres que nous avons indiqués à ce propos, donnant le nombre des feuilles de chaque lot, soit simplement la photographie de ces sarments montrent très nettement que les bois placés dans la tourbe, arrosée avec la solution la plus concentrée de sulfate de cuivre, croissent difficilement ; une solution dix fois plus diluée permet déjà un meilleur développement, bien qu'anormal encore ; enfin, avec des solutions cent et mille fois plus diluées, on obtient non plus une action défavorable sur la croissance, mais au contraire une excitation très nette de la puissance végétative. Il y a là donc simplement une question de degré. Le sel qui provoquera une intoxication du végétal lorsqu'il sera appliqué à une concentration donnée, pourra produire sur la même plante un effet absolument contraire, si on l'emploie en solution plus diluée. Il y a donc concordance complète entre les résultats obtenus sur la vigne et sur les groseillers à épines. Il est vrai que sur ces derniers arbustes, je n'ai pas pu mettre en évidence, par introduction des sels de cuivre, une coloration spéciale des feuilles; ceci était en quelque sorte à prévoir, puisque l'application extérieure des composés cupriques ne provoque pas ce phénomène.

Il n'était, par conséquent, pas possible dans ce cas, de démontrer que l'action excitatrice du cuivre se substitue à son action toxique au fur et à mesure que la dilution augmente. Seuls les fruits pouvaient peut-être fournir la preuve d'une maturation plus hâtive. Mais les groseillers à gros fruits ne pouvaient pas être employés dans ce but, car les fruits, gros et relativement peu nombreux sur chaque branche, se développent assez inégalement et ne peuvent par conséquent pas permettre de tirer des conclusions certaines.

L'expérience a donc été répétée sur le groseiller à grappes. Pour éviter si possible les intoxications signalées plus haut, j'ai modifié encore le mode de procéder de façon à arriver à introduire des quantités variables de solutions cupriques, sans devoir pour cela placer les branches dans des conditions aussi anormales que l'immersion. A la base de chaque rameau mis en expérience, j'ai soulevé, au moyen d'un couteau à greffer, une languette d'écorce et d'aubier, d'environ 5 cm. de longueur, restant naturellement attachée à la tige par la partie supérieure. Cette languette plongeait dans un petit tube de 6 cm. de longueur, appliqué contre le rameau et contenant le liquide cuprique. Celui-ci était une solution de sulfate de cuivre à 0.5 $^0/_0$, 0.05 $^0/_0$, 0.005 $^0/_0$. Après l'absorption d'un certaine quantité de liquide, les tubes étaient enlevés, le fragment de rameau remis en place et ligaturé.

Je pensais pouvoir établir approximativement quelle était la quantité optimum de cuivre qu'il fallait introduire dans un rameau de dimensions données pour produire une excitation et non une intoxication. Malheureusement, la chose ne m'a pas été possible, car, dans les séries établies à cette intention à deux reprises, les données ont été complètement faussées par des pluies d'orages qui ont rempli les tubes dont une partie du liquide avait été absorbée et, en outre, ont modifié la concentration de toutes les solutions.

L'expérience a été faite à l'époque de la véraison des petites groseilles. Les conditions de cet essai étaient très différentes d'un rameau à l'autre, puisque la concentration de la solution, la quantité de liquide absorbé, la résistance de la branche elle-même variaient d'un cas à l'autre; les résultats obtenus devaient nécessairement être assez dissemblables.

Dans quelques cas, il s'est produit une intoxication complète; jusqu'au sommet de la branche les feuilles ont bruni;

le pétiole s'est peu à peu abaissé contre la tige, et pour finir, la feuille s'est détachée. Les fruits de ces rameaux, qui étaient complètement verts au moment de l'expérience, ont développé rapidement du pigment rouge, puis se sont flétris, sans avoir achevé leur maturation.

D'autres rameaux ont subi une intoxication partielle. Quelques feuilles, souvent même des fractions de limbes seulement, ont bruni et séché. Les fruits sont devenus rapidement rouges, mais très irrégulièrement, c'est-à-dire que, dans une grappe, quelques grains seulement se modifiaient et non les autres.

Enfin, dans un certain nombre de branches, aucune intoxication ne s'est manifestée sur les feuilles. Dans les fruits, le pigment est apparu de cinq à un jours plus tôt que dans ceux des rameaux témoins (rameaux ayant aussi subi également une mutilation, la languette plongeait dans de l'eau distillée) qui, eux, se sont développés d'une façon identique aux branches n'ayant reçu aucun traitement. La transparence du grain s'est produite également plus vite dans les rameaux contenant du cuivre.

Il ne s'agissait donc pas simplement d'une production de pigment, mais bien d'une maturation plus rapide des fruits.

Ceux-ci, du reste, ont poursuivi leur accroissement d'une façon normale et ont présenté (du moins en ce qui concerne l'acidité totale qui est la seule détermination que j'aie pu faire) la même composition chimique que ceux qui provenaient de rameaux n'ayant pas reçu de sels de cuivre.

J'ai voulu répéter ces recherches en automne sur la vigne, mais sans succès ; ce végétal, se montrant beaucoup plus sensible que les groseillers, doit être expérimenté dans des conditions spéciales, de façon à éviter l'intoxication que j'ai toujours provoquée dans mes premiers essais.

Dans les groseillers à grappes, comme dans le groseiller à maquereau, le cuivre agit à haute dose comme intoxicant, à plus faible dose comme excitant ; cette dernière se manifestant par la maturation plus rapide des fruits des rameaux ayant reçu le sel cuprique.

Cette conception qui, dans le cas qui nous occupe, peut paraître quelque peu surprenante, est admise depuis longtemps pour toute une série de corps. Bien que comparaison ne soit pas raison, en science moins peut-être que partout ailleurs, je citerai cependant quelques cas de substances, classées incontestablement parmi les poisons et qui, cependant, prises à faible dose, peuvent exciter telle ou telle fonction de l'organisme qui les a absorbées. L'emploi de l'arsenic en thérapeutique est connu depuis longtemps. Le bichlorure de mercure, qui possède la toxicité que l'on sait, non seulement perd celle-ci lorsqu'il est administré à dose minime, mais au contraire, il provoque une augmentation de la quantité de globules rouges dans le sang. Le même fait se présente pour les poisons d'origine végétale : la morphine, par exemple, devient un excitant dans certaines conditions. On tend à admettre également que les amers doivent leurs propriétés toniques aux principes alcaloïdiques qu'ils renferment.

L'organisme végétal réagit comme l'organisme animal. Mazé[1] a montré par exemple, que de petites quantités d'iode, de lithium, agissent comme excitants sur les plantes, alors que la présence de ces corps, en plus grande quantité, entrave le développement du végétal.

Cette excitabilité, ayant nécessairement son siège dans le protoplasma, doit pouvoir se manifester, soit dans la cellule isolée, soit dans une colonie de cellules (c'est-à-dire un tissu), soit enfin dans un ensemble de tissus (organisme supérieur, animal ou végétal). Je viens de donner des exemples de ces derniers cas.

---

[1] *Annales de l'Institut Pasteur*, 1901. **69**.

En ce qui concerne l'excitabilité des tissus, je citerai les recherches de Wedensky[1] sur les excitants et les poisons des nerfs. L'auteur montre que presque toutes les substances qui produisent la narcose puis la mort du nerf provoquent tout d'abord chez celui-ci une excitation. Les sels de baryum, de nickel, de zinc, etc., les sulfates de fer et de cuivre engendrent régulièrement les trois états successifs chez le nerf.

On connaît les belles recherches de Raulin[2] sur l'influence du sulfate de Zn. sur le développement de l'*Aspergillus niger*. L'auteur considérait alors le Zn. comme un *aliment* particulièrement nécessaire à l'Aspergillus. Depuis, Richards[3] a repris ces recherches en remplaçant le Zn. par le fer, le nickel, le cobalt, puis par la cocaïne, l'amygdaline, l'antipyrine. Dans chaque cas, il obtient l'indication d'une quantité optimum qui provoque un développement maximum du champignon. Si on diminue la quantité de ces différentes substances, l'Aspergillus croît moins bien, si on l'augmente, au contraire, le développement du champignon s'opère de moins en moins facilement, au fur et à mesure que les doses augmentent, jusqu'à ce qu'enfin les substances prennent nettement le caractère d'un poison. Il ressort de ceci que, là encore, toute une série de corps, que leur diversité même ne permet plus de considérer comme des aliments, sont tantôt excitants, tantôt intoxicants.

Comme preuve de l'existence de faits analogues dans l'être unicellulaire, je cite en terminant les recherches de H. Schulz qui démontrent que de petites quantités de bichlorure de mercure, d'iode, de brome excitent les levures alcooliques et facilitent, par conséquent, la fermentation.

---

[1] *Comptes-Rendus Acad. Paris,* oct. 1902. **134.**

[2] *Annales des Sc. Nat. Botanique,* série V, tome XI. **98.**

[3] *Jahrbuch f. wissensch. Botanick,* 1897. **97.**

On le voit, le principe lui-même est solidement établi et les recherches, dont j'ai présenté plus haut les résultats, montrent clairement qu'il est applicable aux sels de cuivre. On a déjà, du reste, quelques données sur l'action de sels cupriques vis-à-vis des organismes végétaux inférieurs.

Quelques recherches ont été entreprises pour étudier l'action que pourrait avoir sur la fermentation, les sels de cuivre introduits dans les moûts par les raisins sulfatés. Hoffmann et Krüger [1] montrent que de petites quantités de cuivre excitent les levures et par conséquent favorisent la fermentation. Ce dernier auteur cite comme dose maximum, pour une action excitatrice, 0.0071 gr. °/₀ Cu.

Pichi [2] admet qu'à partir de 0.015 gr. °/₀ Cu l'action devient défavorable, depuis 0.03 gr. °/₀ l'action toxique du métal sur les levures se manifeste très nettement. On est donc là en présence d'un cas analogue à ceux cités pour d'autres métaux.

J'ai cherché à me rendre compte si cette action excitante pouvait être mise en évidence dans des rameaux détachés de la plante. Dans ce but, des tiges de plantes diverses ont été coupées et abandonnées pendant un certain temps à l'atmosphère sèche du laboratoire. A ce moment les feuilles étaient complètement fanées et les tiges flasques ne pouvaient plus se maintenir verticales. Les extrémités inférieures des différents rameaux ont été placées alors dans des solutions $Cu\ SO_4$ à 0.5 °/₀ et 0.05 °/₀; $Fe\ SO_4$ à 0.5 °/₀ et 0.05 °/₀ et dans de l'eau distillée. Deux à six heures après, suivant les espèces en expériences, on voit les tiges reprendre peu à peu leur apparence primitive et se relever.

A égalité de concentration, c'est toujours le sulfate de cuivre qui provoque l'action la plus rapide, puis vient le sulfate de fer ; enfin, la tige plongeant dans l'eau est toujours celle qui se relève le plus lentement.

---

[1] *Centr. Blatt für Brack,* Ab. II, Bd. IV. **51.**

[2] *Nuov. Rev. di vit. et œnol.* 1891. **93.**

Il est intéressant de noter que dans ces expériences c'est le liquide qui produit l'action la plus énergique qui provoque aussi l'intoxication la plus rapide. A égalité de concentration, ce sont les rameaux plongeant dans $Cu\,So_4$ qui se flétriront les premiers, puis ce sera le tour de ceux qui sont dans le $Fe\,So_4$, enfin, si les rameaux séjournant dans l'eau exigent plus de temps pour reprendre leur turgescence première, ils la conservent par contre plus longtemps que les autres.

Il est évident que je ne prétends pas avoir là une représentation de ce qui se passe dans un végétal sulfaté. Si j'ai cru devoir résumer en quelques mots ces premières expériences [1], c'est qu'elles montrent que le cuivre agit sur ces tiges d'une façon absolument analogue au fer, mais plus énergiquement ; et en second lieu que cette excitation, tout artificielle il est vrai, mais s'exerçant néanmoins sur des cellules encore vivantes, est en relation intime avec la toxicité des sels métalliques employés.

Je pense que le cuivre qui pénètre dans l'organisme végétal après le sulfatage, exerce, à l'instar des substances diverses qui ont été énumérées d'autre part, une action excitatrice sur le protoplasma même, par conséquent sur *toutes* les cellules vivantes de la plante ; il en résulte naturellement une accélération de tous les phénomènes vitaux, croissance plus rapide, maturation plus hâtive, assimilation plus intense, et, par conséquent, élaboration d'une plus grande quantité de sucre et d'amidon. Si l'on introduit de plus fortes quantités de cuivre, cette excitation fait place à une intoxication.

Telle était la conclusion à laquelle j'étais arrivé à la suite de mes recherches, lorsqu'il m'est parvenu un important travail de la station agronomique de l'Université de Tennesse dans lequel M. Bain [1] écrit entre autres : « Il n'y a entre l'action stimulante et l'action toxique du cuivre sur les feuilles qu'une question de degrés. » On le voit, nos conclusions sont identiques.

---

[1] Ces recherches devront être complétées de façon à établir l'importance des différents facteurs qui entrent en jeu : espèce végétale, âge du rameau ou des feuilles en expérience, concentration et nature de la solution cuprique, etc.

Ce n'est pas ici le lieu de donner une analyse de cette volumineuse publication ; je dirai simplement que l'auteur, qui est un botaniste, a employé des méthodes absolument différentes de celles que j'ai utilisées. Il démontre la pénétration des sels de cuivre dans la feuille en faisant passer des liquides sous pression au travers de sa cuticule et c'est, d'une part, en étudiant la régénérescence des tissus de feuilles plus ou moins lésées par la présence de sels de Cu à leur surface. et, d'autre part, en évaluant colorimétriquement la quantité d'amidon se trouvant dans des feuilles sulfatées et dans celles qui ne le sont pas, que M. Bain met en lumière ce qu'on peut appeler l'action *toxico-excitatrice* du cuivre. L'auteur a travaillé surtout sur le pêcher, le pommier et la vigne. Le fait que deux travaux, poursuivis indépendamment l'un de l'autre et dans des conditions et par des méthodes tout à fait différentes, arrivent absolument aux mêmes conclusions, donne, me semble-t-il, plus de valeur à ces dernières puisqu'elles sont déduites d'un nombre plus considérable d'observations.

La propriété excitante et intoxicante des sels de cuivre vis-à-vis des végétaux est ainsi doublement démontrée.

Est-ce là une propriété spécifique de ce dernier métal ? Je ne le pense pas. On a vu que le zinc, le nickel, le cobalt provoquent sur les microorganismes des phénomènes analogues à ceux produits par le cuivre sur la vigne ; ce dernier métal joue, vis-à-vis des levures, le même rôle que le mercure. Je viens de démontrer d'autre part que, dans certaines occasions, le fer et le cuivre agissent de façon identique sur les tiges ; en outre, les sulfates de ces deux métaux possèdent également à haute dose une action nuisible sur la germination des graines qui ont été immergées pendant longtemps dans leurs solutions (pages 516 et suivantes). (Il semble tout d'abord que la comparaison n'est pas possible, le fer étant un métal indispensable dans les phénomènes d'élaboration de la chlorophylle ; mais indépendamment de ce fait, il doit, dans nombre de cas, jouer le rôle d'excitant, au même titre que le cuivre. Ainsi on recommande, par exemple, en arboriculture, de badigeonner avec une solution de $Fe\ SO_4$ la partie non développée de fruits difformes ; les cellules, excitées par le sel métallique, se multiplient plus rapidement, et le fruit peut reprendre souvent une forme symétrique.)

---

[1] Déjà cité. **5.**

Enfin, MM. Ravaz et Bonnet[1] ayant essayé l'emploi des sels de cadmium dans la lutte contre le mildiou résument comme suit leurs observations :

« Dans nos essais à l'Ecole d'agriculture de Montpellier, le cadmium et le cuivre ont eu la même action sur le mildiou et sur la *végétation.* »

La propriété d'excitant ne semble donc pas être l'apanage du cuivre, puisque d'autres métaux la manifestent également. Le cuivre la possède peut-être à un degré tout particulier, grâce au fait qu'il est très toxique pour l'organisme végétal ; il semble ressortir en effet des cas jusqu'ici connus que, plus une substance est toxique à doses un peu fortes, plus ses propriétés excitantes seront énergiques, lorsque la quantité incorporée est très faible.

Résumant ce qui vient d'être dit dans ce paragraphe, je formulerai les conclusions suivantes :

Les petites quantités de cuivre, introduites dans les végétaux par le sulfatage, provoquent une excitation de l'activité de l'*ensemble* des cellules de la plante. Cette excitation se traduit par une poussée plus vigoureuse, une maturation plus hâtive des fruits.

---

[1] Déjà cités. **96.**

Cette excitation est un stade de l'intoxication.

D'autres métaux, le fer, le cadmium, par exemple, possèdent la même propriété.

L'intensité et la persistance de la coloration du feuillage des plantes sulfatées n'est pas une conséquence de cette excitation, puisque ces phénomènes ne se produisent que sur un nombre limité d'espèces végétales.

Je n'entends pas dire par là que les cellules chlorophylliennes ne participent pas également à l'excitation générale ; je pense, au contraire, que les phénomènes d'assimilation, comme tous les autres phénomènes vitaux de la plante, deviennent plus intenses sous l'action des sels de cuivre — l'augmentation de la quantité de sucre et d'amidon en est une preuve — mais je crois que cette excitation de la fonction chlorophyllienne ne se traduit pas par une augmentation de l'intensité de coloration des feuilles sulfatées. Ce dernier fait, très spécial, comme on l'a vu, est absolument indépendant du premier qui, lui, est très général ; il doit donc être considéré comme un cas particulier dont je poursuis actuellement l'étude.

CONCLUSIONS GÉNÉRALES

I. Par les traitement cupriques on introduit dans les végétaux de très petites quantités de cuivre.

II. Ce métal produit une excitation qui est un degré d'intoxication.

III. Il n'y a pas de relation de cause à effet entre la verdeur plus intense des plantes sulfatées et les modifications de la composition chimique des fruits.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

1. Aderhold. — *Ueber die Wirkungsweise der sogenannten Bordeauxbrühe.* Centralblatt für Backteriol. Abt. II. Bd. 5. 1899.
2. Alessandri. — *Action des remèdes contre le Peronospora.* Italia agricola. 1889.
3. Astruc. — *Acidité des plantes.* Comptes-rendus. Acad. des Sc. de Paris. Septembre 1901.
4. — *Recherches sur l'acidité végétale.* Dissertation. Faculté des sciences. Paris. 1903.
5. Bain. — *The action of copper an leaves.* Bulletin of the Agricultural experiment station of the University of Tennessee. Avril 1902.
6. Barth. — *Neue Beobachtungen über Blattfahlkrankheit.* Bot. Centralblatt. 1895.
7. Baumann. — *Action des sels de zinc sur le sol.* Landw. Versuchstationen. Bd. XXI.
8. Beach. — *Les composés cupriques retardent-ils la végétation?* Rural New-York. 1892.
9. Belzung. — *Anatomie et physiologie végétales.* Paris. 1900.
10. Berlese et Sostegni. — *Recherches sur l'action des sels de cuivre sur la végétation de la vigne et sur la fertilité du sol.* Revue internat. de viticulture et d'œnologie (V. Vermorel). Tome I. 1894.
11. Bokorny. — *Eine bemerkenswerthe Wirkung oxydirter Eisenvitriollösungen auf lebende Pflanzenzellen.* Berichte d. deuts. bot. Gesell. 1889.
12. Bringuier. — *Etude sur la pénétration du cuivre dans les feuilles de la vigne.* Messager agricole du Midi. 1897.
13. Brunner et Chuard. — *Phytochemische Studien.* Berl. chem. Berich. XVIII. 1885.
14. — *Sur la présence de l'acide glyoxylique dans les végétaux.* Bull. Soc. vaud. sc. nat. XXII, 1886, et XXIII, 1887.
15. Chuard. — *Le traitement des vignes par les remèdes cupriques exerce-t-il une influence sur la qualité du vin?* Chronique agricole du canton de Vaud. 1899. N° 8.
16. — *Influence des composés cupriques sur la qualité du vin.* Chronique agricole. 1900. N° 18.
17. — *Le raisin de table et le sulfatage.* Chronique agricole. 1900. N° 19.

18. Chuard. — *Raisin de table et sulfatage.* Chronique agricole. 1901. N° 18.
19. Chuard et Porchet. — *Influence des composés cupriques sur les phénomènes de maturation.* Bull. Soc. vaud. sc. nat. XXXVI. N° 135.
20. Cockerell — *Merkwürdige Wirkung der Arsensalze auf das Pflanzenleben.* Zeitschrift für Pflanz. Krank. 1898.
21. Coupin. — *Toxicité des sels de cuivre.* Comptes rendus. Paris. 1898.
22. — *Sensibilité de la vigne vis-à-vis des agents toxiques.* Comptes rendus. Paris. 1901.
23. Cuboni. — *Effets du cuivre dans la lutte contre le Peronospora.* Revista viticultora e œnolog. 1885.
24. Déhérain. — *Germination dans l'eau distillée.* Comptes rendus. Paris 1901. N° 9.
25. Devaux. — *Absorption des poisons métalliques dilués par les cellules végétales.* Comptes rendus. 1901. N° 11.
26. Dropp. — *Ueber rationelle Behandlung der Weinstöcke mit Kupferkalk.* Zeit. f. Pflanzkrank. 1900.
27. Dufour, J. — *Notes sur l'action du sulfate de cuivre sur la germination de quelques champignons.* Landw. Jahrbuch der Schweiz. III. 1889.
28. — *Maladie de la pomme de terre et sulfatage.* Chronique agricole. 1890.
29. — *Notiz über eine neue Art der Anwendung von Eisenvitriol bei gelbsüchtigen Pflanzen.* Zeit. für Pflanzenkrank. 1891. I.
30. Dufour et Chuard. — *Influence des sulfatages de la vigne sur la qualité du vin.* Bull. Soc. vaud. Sc. Nat. 1889.
31. Ehrensperger. — *Sulfatage de la pomme de terre.* Bad. Wochenblatt der Landw. 1890.
32. Evans. — *Copper sulphat and germination.* U. S. Dep. agr. Dir. veget. physiol. pathol. Bulletin n° 10. 1896.
33. Frank et Krüger. — *Ueber den direckten Einfluss des Kupfer-, Kalk-Brühe auf die Kartoffelpflanze.* Arbeiten der deut. Landw. Gesell. 1894. Heft 2.
34. Frank. — *Die Krankheiten der Pflanzen.*
35. Freiherr et Tubeuf. — *Biolog. Abth. für Landw. und Forstw.* 1901.
36. Freitag. — *Die schädlichen Bestandtheile des Hüttenrauchs der Kupfer-, Blei-, Zinckhütten und ihre Beseitigung.* Landw. Jahrbuch. Bd. XI. 1882.
37. Friedel, J. — *Assimilation chlorophyllienne en dehors de l'organisme.* Comptes rendus. Mai 1901.

38. Galloway. — *Die Erfolge der im Jahre 1899 in Amerika durchgeführten praktischen Versuche zur Bekämpfung von Krankheiten in Culturgewächsen.* Ref. Zeit. für Pflanz. Krank. Bd. I.

39. Gayon. — *Les vins « cassés » et les traitements cupriques.* Revue de viticult. 1894, t. I.

40. — *Les vins mildiousés.*

41. Girard. — *Traitement de la pomme de terre par les sels de cuivre.* Annales agr. XVI.

42. — *Adhérence des bouillies cupriques sur les feuilles.* Comptes rendus. 1892.

43. Griffon. — *Sur le pigment des plantes.* Ann. des Sc. nat. Botanique (8). Tome X.

44. — *Relation entre l'intensité de la coloration verte des feuilles et l'assimilation chlorophyllienne.* Compt. rendus. Janvier 1899.

45. Guillemare. — *Action des agents chimiques svr les pigments chlorophylliens.* Comptes rendus, 115.

46. — *Acide phyllocyanique et les phyllocyanates.* Comptes rendus, 126 (1898).

47. Guillon. — *Adhérence des bouillies cupriques sur les feuilles.* Comptes rendus. 1898.

48. Gutzeit. — *Lutte contre la maladie de la pomme de terre au moyen du sulfate de cuivre.* Zeit. f. Pflanz. Krank. Bd. 11. 1901.

49. Haselhof. — *Ueber die schädigende Wirkung von Kupfersulfalt- und Kupfernitrâthaltigem Wasser auf Boden und Pflanzen.* Land. Jahrbücher. B. XXI. 1892.

50. — *Vesuch über den Ersatz des Kalkes durch Strontium bei den Pflanzen.* Landw. Jahrhücher. 1892.

51. Hoffmann. — *Für Beitrag zur Translokation des Kupfers beim Keltern gekupferter Trauben.* Centralblatt für Backteriol. Ab. II. Bd. IV.

52. Hollrung. — *Handbuch der chem. Mittel gegen Pflanz. Krank.* Berlin. 1898.

53. Joist. — *Le sulfate de cuivre dans la lutte contre les parasites végétaux.* Deutsche Landw. Presse. 1892.

54. Jumelle. — *Recherches sur l'assimilation chlorophyllienne et la transpiration.* Revue gén. de bot. T. III.

55. Kayser. — *Les levures.* Paris. Gauthier-Villars.

56. Klement et Renard.— *Réactions microchimiques.* Bruxelles. 1886.

57. Klenig et Wüthrich. — *Lutte contre la maladie de la pomme de terre.* Zeit. f. Pflanz. Krank. Bd. I.

58. Knopp. — *Absorption par les plantes de substances qui ne sont pas des aliments.* Bot. Centralblatt. XXII

59. Krüger. — *Ueber den Einfluss von Kupfervitriol auf die Vergärung von Traubenmost durch Saccharomyces ellip. Vers. Gesenheim.* Ref. Zeit. f. Pflanz. Krank. 1894.

60. Lafitte. — *Intoxication de la sève de la vigne.* Journal d'agr. pratique. 1883. T. II.

61. Laurent. — *Recherches expérimentales sur les maladies des plantes.* Ann. de l'Inst. Pasteur. 1898-1899.

62. Leydhecker. — *Die Bekämpfung der Kartoffelkrank. durch die Verwendung von Kupfervitriol.* Zeit. f. Pflanz. Krank. 1894.

63. Liebscher. — *Ungenügende und ungünstige Wirkung von Kupferpräparaten zur Behandlung der Kartoffelkrankheit.* Journal für die Landw. 1892.

64. Loew. — *Giftwirkung des destillirten Wassers.* Land. Jahrb. XX (1891).

65. Macdougal. — *Le cuivre dans les plantes.* Revue scientif. 1899.

66. Mangin. — *La végétation de la vigne et les pulvérisations aux sels de cuivre.* Revue des Sciences. 1894.

67. — *Action du sulfate de cuivre sur la vigne.* Revue de viticulture. 1894. II.

68. Mayer. — *Action du sulfate de fer sur les céréales.* Journal für die Landw. Bd. 40.

69. Mazé. — *Etudes sur la germination.* Annales de l'Inst. Pasteur. 1901.

70. Miani. — *Einwirkung von Kupfer auf das Wachstum lebender Pflanzenzellen.* Ber. de d. bot. Gesell. 1901.

71. Millardet. — *Essais sur le mildiou.* 1882.

72. — *Instructions sur le traitement du mildiou.* 1890.

73. — *Traitement du mildiou.* 1886.

74. — *Recherche du cuivre dans les ceps sulfatés.* Comptes rendus. 1885.

75. — *Action des sels cuivreux sur la feuille.* Comptes rendus. 1887.

76. Millardet et Gayon. — *Réserve de cuivre dans les diverses sortes de bouillie.* Revue de viticult. 1894. T. II.

77. — *Recherches sur le traitement du mildiou.* 1887.

78. Mohr. — *Neue Studien über die Bordeauxbrühe.* Zeit. f. Pflanz. Krank. Bd. IX. 1899 (p. 317).

79. — *Ueber der Kupferkalkbrühe als Cryptogamicid.* Zeit. für Pflanzenkrank. Bd. IX. 1899 (p. 346).

80. du Moulin. — *Toxicité des sels de cuivre.* Acad. roy. de médecine de Belgique. Novembre 1885.

81. Muller. — *Action des sels de cuivre sur les arbres fruitiers.* Zeit. f. Pflanz. Krank. Bd. 11 (1901).

82. — *Zur Geschichte der Physiologie und der Kupferfrage.* Zeit. f. Pflanz. Krank. 1894.

83. Nægeli. — *Phénomènes oligodynamiques.* Denkschr. der Schw. Naturf. Gesell. 1893.

84. Nobbe. — *Absorption des sels métalliques par le sol.* Landw. Versuchstat. Bd. XV.

85. Otto. — *Einfluss von kupferhaltigen Lösungen auf die Wurzeln.* Zeit. f. Pflanz. Krank. III.

86. — *Ueber den Einfluss vom Strychninsalzlösungen auf die Entwicklung von Pflanzen in verschiedenen Bodenarten.* Zeit. f. Pflanz. Krank. 1894.

87. Overton. — *Propriétés osmotiques de la cellule.* Viertelsjahr Nat. Gesell. Zürich Jahrg. 1899.

88. Pacottet. — *Action du cuivre sur la fermentation.* Revue de viticult. Avril 1901.

89. Peglion. — *I trattamenti antiperonosporici e la qualita dei vini.*

90. Petit. — *Influence du sulfatage sur la maturité et la pourriture.* Vigne américaine. 1891.

91. Pfeffer. — *Locomotorische Richtungsbewegungen durch chemischen Reiz.* Ber. der d. bot. Gesell. 1883.

92. Phillips. — *Absorption des oxydes métalliques par les plantes.* Bot. Centr. Blatt. 1883.

93. Pichi. — *Action des sels de cuivre sur la végétation.* Nuov. Riv. di vitic. et œnolog. 1891.

94. Portes et Ruyssen. — *Traité sur la vigne.* Paris. 1886.

95. Prilleux. — *Rapport sur le mildiou.* 1882.

96. Ravaz et Bonnet. — *Expériences sur le traitement du mildiou.* Progrès agricole et viticole. 1902.

97. Richards. — *Die Beeinflussung des Wachstums einiger Pilze durch chemische Reize.* Jahrbuch der Wissensch. Botanik. Bd. 30. 1897.

98. Raulin. — *Etudes chimiques sur la végétation.* Ann. Sc. nat. Bot. Série V. Tome XI.

99. Rommier. — *Action du cuivre sur les levures.* Comptes rendus. Mars 1900.

100. Rumm. — *Ueber die Wirkung der Kupferpräparate bei Bekämpfung der sogenannten Blattfahlkrankheit der Weinrebe.* Ber. der d. bot. Gesell. Bd. XI. 1893 (page 79).

101. Rumm. — *Zur Frage nach der Wirkung der Kupferkalksalze bei Bekämpfung der Peronospora viticola.* Ber. der deuts. bot. Gesell. Bd. XI. 1893 (p. 445).

102. Rumm. — *Giftwirkung der Bordeauxbrühe auf Spyrogyra und Puccinia.* Stuttgart. 1895.

103. Schachinger. — *Influence des traitements à la bouillie bordelaise sur la vigne.* Ost. Landw. Wochenblatt. 1893.

104. Schler. — *Sur les phénomènes d'oxydation provoqués par les sels de cuivre.* Compte rendu de la Soc. Helv. Sc. Nat. Zofingue. 1901.

105. Schimper. — *Zur Frage der Assimilation von Metallsalzen durch die grünen Pflanzen.* Flora. Bd. 73. 1890.

106. Schunck. — *Chimie de la chlorophylle.* Berl. chem. Berichte. 1885, 1887, 1889, 1894.

107. Schunck et Marschlenski. — *Chimie de la chlorophylle.* Berl. chem. Berichte. 1895, 1896.

108. Sestini. — *Staz. sperim. agr. ital.* 1892.

109. de Seynes. — *Cultures de Penicillum cupricum.* Bull. Soc. Bot. de France. XLII. 1895.

110. Sorauer. — *Einige Beobachtungen bei der Anwendung von Kupfermitteln gegen die Kartoffelkrankheit.* Zeit. f. Pflanz. Krank. III.

111. Steglich. — *Action nuisible des sels de cuivre.* Nachrichten aus dem Kluk der Landw. Berlin. 1893.

112. — *Lutte contre la maladie de la pomme de terre.* Sächsische landw. Zeitung. 1892.

113. Strebel. — *Action du vitriol sur la pomme de terre.* Zeit. für Pflanz. Krank. III.

114. — *Action des sels de cuivre sur le sol.* Wurtemb. Wochenblatt für Landw. 1893.

115. Swingle. — *Bordeauxmixture.* Bull. U. S. Dep. agricul. Division of veget. phys. and path. 1896.

116. Thiele. — *Eine ungünstige Wirkung der Bordeauxbrühe.* Zeit. für Pflanz. Krank. IX. 1899.

117. — *Einwirkung von Kupfersalzen auf Kartoffelpflanzen.* Zeit. für Pflanz. Krank. VIII. 1898.

118. Thienpont. — *Traitement de la pomme de terre au vitriol.* Bruxelles. 1891.

119. Tschirch. — *Recherches sur les pigments végétaux.* Ber. der d. bot. Gesell. 1896.

120. — *Untersuchungen über das Chlorophyll.* Berlin. 1884. Parey.

121. — *Sur l'acide phyllocyanique.* Ber. der d. bot. Gesell. 1887.

122. Tschirch. — *Chimie de la chlorophylle.* Berl. Ber. 1896.

123. — *Das Kupfer vom Standpunkt der gerichtlichen Chemie.* Stuttgart.

124. — *Coloration des substances alimentaires.* Schw. Wochenschrift für Pharm. 1891.

125. Vedrödi. — *Das Kupfer als Bestandtheil der Sandböden und unserer Kulturgewächse.* Chem. Zeitung. XVII.

126. Vermorel. — *Action des sels de cuivre employés pour arrosage.* Revue de la Station viticole de Villefranche. 1890.

127. Viala. — *Etude sur le Peronospora.* Vigne américaine. 1883.

128. — *De l'action de certaines substances toxiques sur la vigne.* Revue de viticulture. 1894.

129. — *Les maladies de la vigne.*

130. — *Le traitement du mildiou au début de la végétation.* Revue de viticulture. 1901.

131. Vignon. — *Emploi des sels de mercure en viticulture.* Comptes rendus. 1899.

132. Ville. — *Analyse de la terre par les plantes.* Revue scient. I. 1890.

133. — *La sensibilité des plantes considérée comme simple réactif.* Revue scient. II. 1889.

134. Wedensky. — *Les excitants et les poisons du nerf.* Comptes rendus. Octobre 1902.

135. Wollny. — *La décomposition de la matière organique et les formes d'humus.* Paris. 1902.

136. Wüthrich. – *Ueber die Einwirkung von Metallsalzen und Saüren auf die Keimfähigkeit der Sporen einiger parasitischer Pilze.* Stuttgart. 1892.

137. Zimmermann. — *Réponse à Rumm.* Bot. Centralblatt. 1893.

IMPRESSIONS DE CHIMISTE

Etude présentée à l'assemblée générale du 20 juin, à Caux sur Territet

PAR LE

Dr Gustave KRAFFT, président.

Mesdames et Messieurs,

Nous avons tous appris, lorsque nous étions enfants, qu'il y avait dans la nature trois règnes. Ceux qui ont implanté cette notion dans nos jeunes cerveaux étaient de bonne foi. C'est leur excuse, et c'est l'excuse éternelle de ceux qui enseignent des erreurs...

Il est à remarquer qu'en nous inculquant cette théorie des trois règnes de la nature, on ne nous a pas laissé entendre qu'elle impliquât trois rois, ce qui eût été pourtant logique. Dans l'esprit de nos maîtres, cette trinité naturelle était bien gouvernée par un unique roi, monarque absolu du triple empire animal, végétal et minéral.

Il a fallu bien longtemps pour arriver à une conception plus rationnelle, — j'allais dire moins païenne, — des choses de la nature; pour reconnaître l'erreur, pour unifier l'œuvre géante, en un mot, pour abolir cette notion antinaturelle, antilogique des trois règnes.

Aujourd'hui, c'est chose faite.

Quiconque est au courant des idées nouvelles et surtout des faits nouveaux, rassemblés par la science dans ces dernières années, s'empresse de détruire dans l'esprit de la jeunesse cette idée d'une trilogie naturelle; il insiste sur l'absence de frontières précises entre les plantes et les animaux et laisse entrevoir que la matière est vivante, toujours vivante, quelle que soit sa forme!

Sans doute, Messieurs, vous pourriez m'arrêter ici déjà et me dire :

« Halte là! commencez par définir les mots. Qu'entendez-vous par vivant et qu'est-ce donc que la vie? »

Cette question serait aussi naturelle que troublante. Elle me rappellerait la frimousse effarée et froissée d'un marchand de vins qui m'offrait récemment ses produits :

« J'ai là, me disait-il, un excellent mâcon. »

Sachant que l'on boit, par le monde, un peu plus de mâcon que ce vignoble n'en produit, je répondis naïvement : « Qu'entendez-vous par mâcon »...

Hélas! Comment définir le mâcon et comment définir la vie sans risquer de mentir.

J'y ai longtemps songé et vous propose cette prudente définition :

Le mâcon est un vin et la vie est un mouvement!

Ce n'est peut-être pas assez dire, mais, au moins, ce n'est pas trop!

Ne vaut-il pas mieux rester en deçà de la vérité plutôt que d'aller au delà?

⁂

Pour ce qui est de la vie de la matière, il nous plaît infiniment de savoir aujourd'hui qu'elle est constante, générale, perpétuelle et universelle et non point l'apanage momentané et fugitif des plantes et des animaux.

Les philosophes de l'antiquité s'en doutaient bien un peu lorsqu'ils parlaient du *macrocosme*.

Et les poètes de tous les âges, en animant toutes choses, ont été les précurseurs inconscients des savants modernes :

> Tout parle. Ecoute bien. — C'est que vents, onde, flammes,.
> Arbres, roseaux, rochers, tout vit. Tout est plein d'âmes.

. . . .

> Le chêne gronde et le bouleau chuchote...
> Et le hêtre murmure et le frisson du saule,
> Incertain et léger est presque une parole »...

Le philosophe grec Thalès de Milet, qui vivait six cents ans avant Jésus-Christ, ne nous a-t-il pas laissé cette phrase mémorable que l'on cite au début de tous les cours d'électricité :

« Lorsque le frottement a donné à l'ambre la chaleur *et la vie*, il attire les brins de paille comme l'aimant attire le fer ! »

Et beaucoup plus tard, en 1600, l'astronome Képler ne considérait-il pas notre planète comme un énorme animal qui respirait par le flux et le reflux de l'Océan !

⁂

Dans la courte note que je vous apporte aujourd'hui, Messieurs, je veux essayer de résumer les arguments et les preuves de la science moderne en faveur de la vie de la matière.

Nous sommes ici entre collègues, entre camarades, voire entre amis ; il pourrait donc sembler superflu de chercher, entre nous, d'autre lien, d'autre point de soudure que notre commun amour de la science.

Je distingue cependant, dans notre société, trois catégories de gens de science, trois variétés qui correspondent assez bien aux trois vieux règnes de la nature. Nous avons les amis des plantes, les amis des animaux et puis... les autres, c'est-à-dire tous ceux qu'attire la matière soi-disant morte : les chimistes, les minéralogistes, les géologues, les physiciens.

Quoique très unis, nous sommes justement jaloux de notre science préférée, nous la trouvons la plus belle et soutenons volontiers que c'est elle qui mène le monde.

« Rien n'égale la splendeur du papillon », dit l'entomologiste.

« Rien n'est plus admirable que la violette odorante », s'écrie le botaniste.

Tandis que votre président proclame avec ses collègues qu'il n'y a, dans toute la nature, rien de plus beau, de plus durable, de plus parfait, de plus merveilleux, de plus stupéfiant que le cristal !

Eh bien ! Messieurs, tout en gardant nos préférences, mettons-nous d'accord dans ce beau jour de fête !

Une seule chose est belle, étonnante, stupéfiante, c'est la vie !

Tout ce qui est vivant est beau ! Et tout ce qui existe est vivant !

Le papillon, la fleur et le cristal symbolisent, si vous le voulez, trois domaines de la nature, mais ce sont trois œuvres de vie, trois états, trois périodes plus ou moins fugitives de la vie de la matière.

Je ne viens point ici rehausser les mérites de l'état de matière que je préfère, mais vous rappeler les faits qui confirment aujourd'hui cette thèse des Leibnitz, des Hæckel, des Fouillée, des A. Sabatier :

Il n'y a pas de matière morte ; toute matière est vivante.

Pour peu qu'on y réfléchisse un instant et sans parti pris, il paraît enfantin de considérer exclusivement comme vivant ce qu'il y a de plus fragile et de plus fugitif dans la nature.

Bien plus ! Tout organisme dit vivant, procédant infailliblement de la matière minérale, n'est-ce pas absurde de prétendre que cette matière minérale est morte, comme si la mort pouvait engendrer la vie !

Mais ce n'est pas avec des mots que l'on peut démolir l'ancienne conception des deux sortes de matière : l'une vivante et l'autre morte. Ce qu'il faut arriver à mettre en évidence, ce sont les véritables caractères de la matière vivante ; puis de rechercher ces mêmes caractères, au moins à l'état rudimentaire, dans la matière qualifiée de brute.

* * *

Le critère de l'être vivant, c'est une certaine unité de composition chimique. Il est toujours constitué par un protoplasme non pas identique, mais analogue.

La propriété essentielle, primordiale de ce protoplasme est un appétit constant pour l'oxygène. A ce titre, il est un réducteur et, comme l'a dit E. Pflüger, le foyer, le théâtre de la combustion.

A côté de cette unité chimique, l'être vivant est doué d'une certaine unité morphologique et de propriétés évolutives très remarquables.

On dit communément que les êtres vivants naissent, vivent et meurent; et l'on entend bien, par là, les distinguer de la matière minérale. Or cela est faux, car nous ne voyons jamais le début, la véritable naissance d'un être vivant, mais seulement sa *continuation*. En outre, il est faux de considérer comme inertes, immuables, donc éternels, les corps bruts. Il est établi que les astres n'ont pas toujours existé, ils sont venus au monde une fois, comme chacun de nous. Ils ont une période de formation, une période de déclin, de vieillesse et d'extinction.

* * *

En étudiant de très près les phénomènes moléculaires intimes que subissent les métaux sous l'influence de la chaleur, de la filière, du laminoir, on est surpris, non seulement du travail intense qui se produit et se continue dans la masse métallique, mais encore des *intentions* manifestes de la matière à prendre certaines places déterminées.

On a noté, par exemple, que dans la fabrication de l'acier, des particules de charbon, situées d'abord à la surface, voyagent dans le métal. M. Hartmann a fait une observation encore plus suggestive. Ce savant expérimentateur étire une barre d'acier à froid et jusqu'à ce qu'il se produise un étranglement sur un point quelconque de la tige : s'il continue, il y a rupture, mais il cesse la traction et laisse au métal un temps de repos. Puis il recommence à étirer la tige qui s'étrangle alors à nouveau et *sur un autre point*, jusqu'à rupture, inclusivement!

L'être-métal, comme on a osé le nommer, étant attaqué, avait réagi durant le temps d'arrêt de la traction, les molécules s'étaient empressées de prendre leurs précautions pour résister à la force ennemie, si bien qu'à la seconde offensive, c'est sur un autre point non prévenu que l'attaque a dû se porter.

N'est-ce pas là une manifestation d'un instinct de conservation, un acte de défense, une riposte?

M. Ch. Guillaume cite cet autre cas singulier, observé par Becquerel. Une plaque au chlorure d'argent reçoit une lumière rouge et devient rouge elle-même. Si on l'expose ensuite à la lumière verte, elle devient verte, comme si le sel d'argent voulait se défendre contre la lumière qui l'attaque, en s'arrêtant à l'état qui le protège le mieux!

On répète à l'envi que la matière brute est inerte, mais cette inertie indiscutée se retrouve identique dans la matière vivante. La vie n'est pas un phénomène spontané, mais le résultat d'une provocation extérieure et en quelque sorte étrangère.

L'être vivant n'agit pas, il réagit.

Toute matière est inerte et irritable.

⁂

J'arrive au grand fait qui semble être le caractère exclusif de la matière vivante : la reproduction.

Mes collègues, les zoologistes et les botanistes, me diront à peu près ceci : « L'homme se continue, il a des enfants. La plante produit un fruit qui reproduit la plante. Montrez-nous un seul cristal qui ait fait des petits. »

Pour répondre à cette objection, il faut considérer le cristal de près, de très près même. Les analogies finissent par sauter aux yeux.

A l'organisation merveilleuse du corps humain, formé d'environ soixante trillions de cellules, soit d'individus, nous opposons l'échafaudage non moins merveilleux qui constitue le cristal et qui est formé, en réalité d'une quantité infinie de particules ou d'individus cristallins agencés en un assemblage géométrique d'une précision parfaite.

A la parenté du sang chez les espèces animales, on peut opposer la parenté minérale qui se dévoile par l'identité des formes cristallines. A l'impossibilité du croisement chez les mêmes espèces d'animaux et de plantes, on oppose les phénomènes de cristallisation qui sont la pierre de touche de la pureté minérale.

On a dit aussi que l'être vivant ne se borne pas à se constituer, mais qu'il se défend lui-même contre la destruction. La plante et l'animal cicatrisent leurs blessures. Mais vous n'ignorez pas, Messieurs, que Louis Pasteur, d'abord, puis Gernez et Rauber ont montré des cristaux brisés se réparant au sein d'une solution mère. Lorsque, — dit Pasteur — un cristal a été brisé sur l'une quelconque de ses parties et qu'on le replace dans son eau mère, on voit, en même temps que le cristal s'agrandit dans tous sens par un dépôt de particules cristallines, un travail actif avoir lieu sur la partie brisée ou déformée, et en quelques heures il a satisfait, non seulement à la régularité du travail général sur toutes les parties du cristal, mais au rétablissement de la régularité dans toutes ses parties.

Gernez a montré le processus de cette réparation : à la surface blessée, le cristal devient moins soluble que sur les autres facettes, la croissance y est donc forcément plus rapide. L'eau mère devient sursaturée pour cette partie, avant de l'être par rapport aux autres.

* * *

Il reste à trouver, chez le cristal, la nutrition et la génération proprement dite.

Ch. Robin a défini ainsi la nutrition : une production, par l'être vivant, d'une substance identique à la sienne. La nutrition est une fabrication de protoplasme, ou comme on l'a dit fort bien, une chimie qui dure.

Voyons si le cristal ne possède pas, au moins à l'état rudimentaire, une sorte de pouvoir de nutrition. L'origine d'un cristal est un noyau fort petit qui se développe dans la solution de sa propre substance. Le cristal « mange » la matière en solution, il se l'incorpore et s'en accroît... Le bon Lafontaine a dit :

> Petit poisson deviendra grand,
> Pourvu que Dieu lui prête vie.

Petit cristal, aussi, deviendra grand, pourvu que Dieu lui prête vie !

Demandez plutôt à notre aimable collègue, M. Rosset, directeur des salines de Bex. En a-t-il vu naître et prospérer, des cristaux de chlorure de sodium, ce grand éleveur de trémies!

Le cristal, hors de son eau mère a été comparé à la graine privée des conditions de germination. Il est à l'état de vie latente et ne demande qu'à pouvoir s'accroître.

Aux bouillons de culture des bactériologues, nous opposons les solutions concentrées de sulfate de sodium, de chlorate de sodium, de sulfate de magnésium. Louis Dufour a montré qu'un liquide en surfusion devenait un milieu approprié à la culture et à la multiplication des individus cristallins. Les expériences de Lowitz, qui datent de 1785, sont connues : une solution de sulfate de sodium concentrée jusqu'à sursaturation ne donne cependant pas de cristaux. Subitement on y jette un petit cristal du même sel : toute la masse cristallise. Le premier cristal projeté en a « engendré » un second qui en a produit un troisième et ainsi de suite.

Et l'expérience de Gernez : Dans un tube en V rempli de soufre en surfusion, il lance dans la branche de droite quelques cristaux octaédriques de soufre, et dans l'autre branche, des cristaux prismatiques. Dans les deux branches, il se forme de nouveaux cristaux absolument conformes au type ensemencé. Et celle d'Ostwald : Il fond du salol et l'enferme dans un tube scellé, le produit reste liquide indéfiniment ; mais si on vient à le toucher avec un fil de platine passé dans du salol solide, il y a cristallisation. Si l'on stérilise à la flamme le fil de platine, comme le font les bactériologues, on n'obtiendra plus de cristallisation. Ostwald a montré que si la parcelle de salol introduite dans la solution a moins de dix millièmes de millimètres de côté, la cristallisation n'a pas lieu. Il a établi, d'autre part, que le germe cristallin de l'hyposulfite de soude pesait environ un milliardième de milligramme, celui de chlorate de sodium un dix millionième de milligramme (Dastre). Ce sont les dimensions des microbes.

⁂

Nous ne voulons pas pousser plus loin les analogies entre la matière vivante et le cristal. Laissons les faits s'accumuler, laissons agir le temps, laissons marcher la science. Mais ne rapetissons pas l'œuvre en la classifiant à l'excès. Notre vue est courte ; nous ne distinguons pas nettement. Ne parlons pas de trois règnes, alors qu'il n'y en a qu'un.

Supprimons, ou du moins, soyons plus sobres de ces mots de matière brute, de matière morte, puisque nous commençons à voir que rien n'est brut, que rien n'est mort, et qu'il n'y a, dans la matière, que des *statu quo* apparents! Voyez les forces physiques, les énergies diverses, qu'elles soient latentes ou jaillissantes, elles procèdent toujours les unes des autres.

Voyez les plantes, les animaux et l'homme, ils se reproduisent par filiation, par descendance; mais voyez aussi le cristal!

Il n'est pas hors la loi, lui aussi vibre, lui aussi est vivant, lui aussi a une famille et des ancêtres!...

Lorsque je te compare, pur cristal, aux autres merveilles de la nature, c'est pour t'admirer toujours plus, c'est pour t'aimer toujours mieux! C'est aussi pour te défendre lorsqu'on t'accuse d'être mort, toi qui vis d'une vie si belle et si imposante au milieu de tant de fragiles existences!

⁂

Messieurs,

En entrant dans la demeure des anciens sages, on lisait ces mots terrifiants :

Memento mori! Souviens-toi de la mort! Eh bien! je trouve qu'on nous a tellement imprégné de ce *memento mori*, que nous en oublions trop souvent la vie!

Pour mon compte, la devise inverse me plairait mieux : *Memento vivere!* Souviens-toi qu'il faut vivre et souviens-toi de la vie!

Crois à l'immortalité de la matière aussi bien qu'à celle de l'esprit, qui n'est d'ailleurs qu'une matière non encore pondérable.

Affirme la vie universelle et nie la mort! Au lieu de larmoyer sur la fragilité de notre existence, réjouissons-nous à la pensée qu'après avoir vécu à l'état d'inconstant protoplasme, notre organisme pourra poser sa candidature à la cristallisation, la plus parfaite et la plus sublime des situations sociales !…

Très heureux d'être un homme, — et surtout d'être un homme très heureux ; — très touché aussi d'être votre président, je ne crains pas la perspective d'être un jour un cristal et de regarder passer les fleurs, les papillons et les hommes !

LISTE DES MEMBRES

DE LA

SOCIÉTÉ VAUDOISE DES SCIENCES NATURELLES

au 31 décembre 1903

MEMBRES HONORAIRES

	Année de nomination
Agassiz, Alexandre, prof., directeur du Musée de l'Université, Cambridge (U. S. A.).	1889
Amsler-Laffon, ingénieur, Schaffhouse.	1893
Bertrand, Marcel, prof. de géologie (Ecole des mines), Paris.	1901
Brückner, Edouard, prof. de géographie, Berne.	1899
Capellini, Joseph, prof. de géologie, Bologne.	1882
Chauveau, prof. de physiologie (Museum), Paris.	1891
Choffat, Paul, géologue au service géologique, Lisbonne.	1896
Christ, Hermann, botaniste, Bâle.	1883
Coaz, Johann, inspecteur fédéral en chef des forêts, Berne.	1888
de Coppet, Lucien, chimiste, Villa Irène, Nice.	1899
de Lapparent, Albert, prof. de géologie (Université libre), Paris.	1890
de la Rive, Lucien, physicien, Genève.	1893
Emery, Carlo, prof. de géologie, Boulogne.	1893
Fatio, Victor, zoologiste, Genève.	1879
Forel, Auguste, médecin, Chigny s/Morges.	1891
Fritsch, Anton, prof., directeur du Musée de zoologie, Prague.	1884
Gaudry, Albert, membre de l'Institut, Paris.	1902
Geiser, Charles-Ferd., prof. de mathém., Polytechnicum, Zurich.	1899
Gosset, Philippe, ingénieur, Berne.	1877

	Année de nomination
Guignard, Léon, prof. de botanique (Museum), Paris.	1895
Guye, Philippe-A., prof. de chimie physique, Genève.	1902
Hagenbach-Bischoff, Edouard. prof. de physique, Bâle.	1873
Heim, Albert, prof. de géologie, Zurich.	1886
His, William, prof. d'anatomie, Leipzig.	1872
Hooker, John, directeur du Musée de Kew s/Londres.	1880
Koelliker, Albert, prof. d'anatomie, Würzburg.	1858
Lang, Arnold, prof. de zoologie, Zurich.	1896
Magnin, Antoine, prof. de botanique, Besançon.	1902
Michel-Lévy, Auguste, directeur de la carte géologique, Paris.	1891
Nuesch, Johann-Ph., professeur, Schaffhouse.	1903
Penck, Albert, prof. de géographie, Vienne.	1898
Plateau, Félix, prof. de zoologie, Gand.	1876
Picard, Jules, prof. de chimie, Bâle.	1890
Pictet, Amé, prof. de chimie, Genève.	1903
Pictet, Raoul, physicien, Paris.	1878
Pittier, Henri, directeur de l'observatoire météorologique, Costa-Rica.	1896
Reclus, Elisée, prof. de géographie (Université libre), Bruxelles.	1889
Risler, Eugène, directeur honoraire de l'Institut agronomique, Paris.	1888
Sarrasin, Edouard, physicien, Genève.	1883
Schröter, Charles, prof. de botanique (Polytechnicum), Zurich.	1894
Soret, Charles, physicien, Genève.	1894
Studer, Théodore, prof. de zoologie, Berne.	1887
Thury, Marc-A., prof. de botanique, Genève.	1902
von Beneden, Edouard, prof. de zoologie, Louvain.	1894
von Zittel, Karl, prof. de paléontologie, Munich.	1875
Wolff, Otto, botaniste, Sion.	1892
Yersin, Alexandre, médecin, Nia Thuang (Tonkin).	1901
Yung, Emile, prof. de zoologie, Genève.	1898

MEMBRES ASSOCIÉS ÉMÉRITES

	Année de nomination	
	Membre effectif	M. associé ém.
Guillemin, Etienne, ingénieur, La Péraudettaz, près Lausanne.	1856	1901
Perceval de Loriol Le Fort, Crassier.	1862	1902
Renevier, Eugène, prof., Haute-Combe, Lausanne.	1851	1901
Walras, Léon, prof., Les Brayères sur Clarens.	1875	1899

MEMBRES EFFECTIFS

	Entrées
Addor, Georges, Chancelier d'Etat, Lausanne.	1902
Amann, Jules, D^r^ chimiste-bactériologue, chemin de Longeraie, Lausanne.	1894
Amstein, Hermann, professeur, Georgette, Lausanne.	1877
Auberjonois, Gustave, propriétaire, Jouxtens s/Lausanne.	1867
Aubert, Auguste, pharmacien, Begnins.	1880
Aubert, Samuel, D^r^-professeur, Le Solliat, Vallée de Joux.	1893
Badoux, Henri, forestier, Montreux.	1893
Barth, Fernand, pasteur, Avenue Bergières, 23.	
Barbey, Albert, négociant, rue de Bourg, Lausanne.	1901
Barbey, Louis, D^r^-médecin, Terreaux, Lausanne.	1898
Barbey, William, botaniste, Valleyres-sous-Rances.	1873
Bellet, Jules, fabricant, Broc-s/Bulle.	1897
Bergier, Rodolphe, ingénieur des mines, Valentin 21, Lausanne.	1902
Bertholet, Charles, médecin, Montreux.	1871
Bieler, Samuel, D^r^, directeur de l'Institut agricole, Montagibert, Lausanne.	1860
Bieler, Théodore, chimiste, Station agronomique, Mont-Calme, Lausanne.	1894

	Entrées
Blanc, Frédéric, préparateur au Musée de Zoologie, Lausanne.	1893
Blanc, Henri, Dr-professeur, Rosemont, Lausanne.	1880
Bolens, Charles, dentiste, Montbenon, Lausanne.	1878
Bonjour, Félix, rédacteur, Avenue de Georgette, Lausanne.	1890
Borgeaud, Adrien, imprimeur, Lausanne.	1899
Borgeaud, Albert, directeur des Abattoirs, Lausanne.	1892
Bosset, Robert, pharmacien, Mousquines, Lausanne.	1894
Brélaz, Georges, professeur, Valentin 2, Lausanne.	1902
Brunner, Henri, Dr-professeur, Avenue Davel 5, Lausanne.	1874
Bugnion, Edouard, Dr-professeur, Mont-Olivet, Lausanne.	1863
Bührer, Christian, pharmacien, Clarens.	1876
Burnat, Emile, ingénieur, Nant s/Vevey.	1876
Burnat, Jean, Nant s/Vevey.	1897
Burnier, Victor, ingénieur, Villa des Roses, Evian.	1876
Buttin, Louis, pharmacien, rue St-François, Lausanne.	1867
Carrard, Alfred, médecin, Montreux.	1854
Cevey, Francis, Dr-médecin, route d'Echallens, Lausanne.	1903
Chavannes, Julien, banquier, Lausanne.	1878
Chenevière, Charles, ingénieur, Nyon.	1886
Chuard, Ernest, professeur, Lausanne.	1879
Clément, Eugène, pharmacien, Ouchy.	1873
Colomb, Emile, ingénieur, Rosemont, Lausanne.	1863
Comte, Ferdinand, forestier, Yverdon.	1886
Conod, Gustave, architecte, Les Fleurettes, Lausanne.	1893
Corboz, François, agriculteur, Aclens.	1893
Cornu, Félix, chimiste, Corseaux s/Vevey.	1896
Couvreu, Edouard, propriétaire, Vevey.	1873
Cruchet, Denis, pasteur, Montagny s/Yverdon.	1881
Cruchet, Paul, professeur, Payerne.	1898
Cuénod, Emile, ingénieur, Avenue de la Gare, 15, Lausanne.	1866

	Entrées
Cuénoud, Samuel, directeur de l'Union du Crédit, Lausanne.	1858
Cuérel, Alfred, pharmacien, Morges.	1894
Curchod, Adrien, étudiant, Petit Clos, Vevey.	1902
Curchod-Verdeil, Edouard, forestier, chemin Vinet, Lausanne.	1871
Dapples, Charles, ingénieur, château de Béthusy, Lausanne.	1855
David, Dr, Directeur des écoles, Villa Lucinge, Lausanne.	1903
de Blonay, Henri, ingénieur, La Provence, Lausanne.	1874
de Cérenville, Edouard médecin, Avenue du Théâtre, Lausanne.	1869
Décoppet, Maurice, professeur au Polytechnicum, Zurich.	1889
de Coppet, Frédéric, professeur, Rosemont, Lausanne.	1876
de Haller, Albert, propriétaire, Maupas, Lausanne.	1886
Delessert-de Mollins, Eugène, Ma Retraite, Lutry.	1871
de Luc, William, propriétaire, Nyon.	1867
de Meuron, Auguste, propriétaire, Mont s/Rolle.	1858
Demiéville, Samuel, pharmacien, Augustinergasse, 17, Zurich.	1884
de Mollins, Jean, chimiste, Avenue Clémentine, Spa.	1873
de Perrot, Emile, pasteur, Ste-Croix.	1898
de Pury, Hermann, chimiste-bactériologue, Basset s/Clarens.	1900
de Redmayne, A., Avenue du Simplon, 43, Lausanne.	1900
de Tribolet, professeur, Neuchâtel.	1877
Doge, François, la Tour-de-Peilz.	1879
Dor, Henri, médecin, Lyon.	1885
Doret, David, sculpteur, Vevey.	1865
Dragulinesco, Corneille, cand. sc. nat., Beau-Séjour, 5, Lausanne.	1899
Dubochet, Emile. forestier, Clarens.	1898

	Entrées
du Bois de Dunilac, Maurice, Cheseaux s/Yverdon.	1898
Ducret, Eugène, professeur, Moudon.	1892
Dufour, Henri, Dr-professeur, Grand-Chêne 11, Lausanne.	1876
Dufour, Marc, Dr-professeur, rue du Midi, Lausanne.	1859
Dugué, Charles, médecin, Vallorbe.	1873
Dumur, Jules, Dr, ingénieur, Lausanne.	1885
Dusserre, Charles, chef de l'établissement fédéral de chimie agricole, Mont-Calme, Montagibert, Lausanne.	1882
Dutoit, Constant, Dr-professeur, Georgette 3, Lausanne.	1883
Dutoit, Paul, Dr-professeur, Policlinique, Lausanne.	1899
Duvoisin, Marc, médecin, Grandson.	1895
Engelmann, Charles, pharmacien, Territet.	1892
Faes, Henri, Dr-professeur, Petit-Montriond, Lausanne.	1899
Félix, Emile, directeur de l'Institut vaccinogène, Bellevaux, Lausanne.	1898
Feyler, Alfred, pharmacien, Les Terreaux, Lausanne.	1895
Feyler, Marie (Mlle), médecin, St-Laurent 1, Lausanne.	1895
Filsinger, Richard, ingénieur, Avenue de Rumine 38, Lausanne.	1903
Flesch, ingénieur, Tourelles-Montriond, Lausanne.	1899
Forel, François-Alphonse, professeur, Morges.	1864
Forestier, Louis, directeur de l'Institut des sourds-muets, Moudon.	1899
Gaillard, Emmanuel, ingénieur-prof., Avenue de Villamont, Lausanne.	1899
Galli-Valerio, Bruno, Dr-professeur, chemin de Renens, Lausanne.	1898
Gander, Samuel, père Vaugondry.	1892
Ganty-Berney, professeur au collège Henchoz, Château-d'Œx.	1888
Garin, Auguste, médecin, Yverdon.	1869

	Entrées
Gautschy, Emile, opticien, Lausanne.	1881
Gillard, Henri, vétérinaire, Cossonay.	1898
Girardet, Charles, pharmacien, Grandson.	1896
Golay, Henri, pharmacien, Vevey.	1896
Golliez, Henri, professeur, Mont-Ribeau, Mousquines, Lausanne.	1881
Gonin, Jules, D^{r}-médecin, Grand-Chêne 11, Lausanne.	1892
Grenier, Henri, Villa Marie-Marguerite, Cannes.	1895
Gros, Emile, vétérinaire, rue Haldimand, Lausanne.	1873
Guebhard, Emile, médecin, St-Vallier-de-Thiey, près Grasse (Alpes-Maritimes).	1882
Guex, Heli, vétérinaire, Moudon.	1871
Guinand, Elie, architecte, Longeraie, Lausanne.	1872
Guisan, Ernest, D^{r}-médecin, Etraz 21, Lausanne.	1861
Haas, Hippolyte, D^{r}-professeur, Kiel.	1883
Herzen, Alexandre, professeur, Avenue Eglantine, Lausanne.	1882
Hottinger, Théodore, Bel-Air, La Tour-de-Peilz.	1893
Huber, David, vétérinaire, place Chauderon, Lausanne.	1898
Jaccard, Ernest, professeur, Aubonne.	1901
Jaccard, Frédéric, lic. ès sc., Villa Argelès, Pully.	1899
Jaccard, Henri, professeur, Aigle.	1886
Jaccard, Marius, professeur, Jolie-Vue, Ouchy.	1899
Jaccard, Paul, D^{r}-professeur au Polytechnicum, Zurich.	1893
Jaccottet, Charles, professeur, Lutry.	1896
Jaccottet, Henri, ingénieur, Solitude 5, Lausanne.	1898
Jaton, Louis, droguiste, Yverdon.	1902
Joly, Henri, professeur, Château des Apennins, route d'Echallens, Lausanne.	1888
Jomini, Paul, D^{r}-professeur, Yverdon.	1892
Kasser, Charles, pharmacien, Yverdon.	1902
Keser, Jean, D^{r}-médecin, Villa Colatel, chemin Vinet, Lausanne.	1903
Ketterer, Astère, D^{r}, rue Neuve, Bienne.	1902
Klunge, Georges, ministre, Aigle.	1872
Kool, C.-J., ingénieur, Vevey.	1892

	Entrées
Krafft, Gustave, D^{r}-professeur, Avenue de Georgette 6, Lausanne.	1894
Landry, John, député, Yverdon.	1902
Larguier des Bancels, J.-Jaques, D^{r} en médecine, professeur à l'Université, rue de Bourg, Lausanne.	1862
Lador, Henri, préparateur au Musée de géologie, Lausanne.	1895
Lavanchy, Alfred, pharmacien, Carouge, Genève.	1890
Lavanchy, Oscar, entrepreneur, rue du Torrent, Vevey.	1897
Liardet, Auguste, dessinateur, Georgette 2, Lausanne.	1875
Lecoultre, Benjamin, fabricant, Le Sentier.	1894
Linder, Charles, lic. ès sc., professeur, Payerne.	1902
Lochmann, J.-J., colonel, Mon-Repos, Lausanne.	1862
Lugeon, Maurice, D^{r}-professeur, Montbenon 3 B, Lausanne.	1886
Machon, François, D^{r}-médecin, rue du Midi, Lausanne.	1893
Mack, Edouard, ingénieur, Charmettes, Lausanne.	1897
Mallet, Charles, forestier, Frontenex, Genève.	1869
Maillard, Louis, professeur, Simple Site, Signal, Lausanne.	1894
Marcel, Charles, médecin, rue Ampère 24, Paris.	1853
Marrel, Edouard, professeur, route d'Echallens, Lausanne.	1892
Martinet, Edmond, pharmacien, Oron-la-Ville.	1898
Martinet, Gustave, directeur de la station fédérale de contrôle des semences, Mont-Calme, Lausanne.	1880
Mayor, Benjamin, professeur, Prima Flora, Lausanne.	1902
Mayor, Louis, pasteur, Grandvaux.	1896
Mermod, Louis-Philippe, fabricant, Ste-Croix.	1865
Mermod, Louis, D^{r}-médecin, Lausanne.	1902
Mercanton, Paul-Louis, D^{r}-ingénieur, Square de Georgette, 2, Lausanne.	1894
Métraux, Alfred, cand. méd., Chemin Neuf, Lausanne.	1900

	Entrées
Meylan, Louis, professeur, Montagibert, Lausanne,	1896
Meylan, Louis, Dr-médecin, Château de Lutry.	1902
Meylan, Charles, instituteur, La Chaux p. Sainte-Croix.	1898
Michaud, Jules, ingénieur, rue de la Gare 12, Vevey.	1881
Monod, Henri, Mont-de-Vaux s/Morges.	1901
Moreillon, Maurice, forestier, Montcherand s/Orbe.	1888
Morel, Alphonse, instituteur, Aigle.	1881
Morton, William, Villa Collonges, Lausanne.	1893
Muret, Ernest, chef du service cantonal des forêts, Lausanne.	1893
Murisier, Paul, lic. ès sc., La Primevère, Vevey.	1901
Narbel, Paul, médecin, Hôpital cantonal, Lausanne.	1900
Naville-Sautter, Théodore, rue St-Léger 7, Genève.	1890
Nicollier, Marius, professeur, Montreux.	1892
Nicati, Auguste, pharmacien, rue Madeleine, Lausanne.	1889
Odot, Auguste, pharmacien, Pépinet, Lausanne.	1882
Oettli, Jacques, professeur, place de la Cathédrale, Lausanne.	1870
Paccaud, Paul, chimiste, Brasserie lausannoise, Lausanne.	1891
Palaz, Adrien, professeur, Lausanne.	1886
Pache, Louis, préparateur au Musée botanique, Lausanne.	1895
Payot, Daniel, anc. instituteur, Corcelle s Concise.	1870
Pelet, Louis, directeur de l'Ecole de Commerce, Avenue du Simplon 34, Lausanne.	1873
Pelet, Louis, Dr-professeur, Les Clochetons, route de Morges.	1893
Pelichet, Constant, directeur de l'Ecole de fromagerie, Moudon.	1898
Peneveyre, Félix ,jardinier-chef de l'Institut agricole Lausanne.	1892
Perret, Charles pharmacien, Yverdon.	1902
Perriraz, John, professeur, rue de la Gare 32, Montreux.	1902
Pfæhler, Albert, Dr-pharmacien, Soleure.	1903

	Entrées
Piguet, Emile, professeur, Cernier, Neuchâtel.	1899
Pingoud, Jean, ancien instituteur, La Fauvette, Chailly.	1902
Poirault, Georges, médecin, Villa Thuriet, Antibes.	1894
Porchet, Ferdinand, D^{r}-professeur, Prilly.	1899
Porret, Arnold, pasteur, Baulmes.	1901
Preudhomme de Borre, entomologue, Petit Sacconex.	1895
Preudhomme de Borre, Julie (M^{lle}), Petit Sacconex.	1895
Ravessoud, Auguste, Montbenon 4, Lausanne.	1895
Reiss, Rodolphe, D^{r}-chimiste, Villa El Biar, Chamblandes, Pully.	1898
Rey, Gustave, professeur, Vevey.	1872
Reymond, Aloys, dentiste, Grand-Pont, Lausanne.	1896
Richlin, Georges, cand. géol., laboratoire géologie, Lausanne.	1901
Robert, William, chimiste, Jongny s/Vevey.	1881
Rochat, Octave, professeur, Clos-Mont B, Lausanne.	1896
Rœssinger, Georges, D^{r}-professeur, Veytaux.	1900
Rosselet, Paul, chef d'institut, Longeraie, Lausanne.	1893
Rosset, Constantin, directeur des salines, Bex.	1862
Rossier, Henri, médecin, Vevey.	1858
Roud, Auguste, D^{r}-professeur, route de Morges, Lausanne.	
Rouge, François, libraire, rue du Midi, Lausanne.	1868
Rouge, Jules, imprimeur, imprimerie Corbaz et C^{ie}, Lausanne.	1894
Roux, Félix, professeur, Chalet Ferney, route d'Echallens.	1881
Roux, Louis, professeur, Beau-Séjour 2, Lausanne.	1872
Ruchet, Marc, conseiller fédéral, Berne.	1896
Schardt, Hans, D^{r}-professeur, Veytaux.	1879
Schenk, Alexandre, D^{r}-professeur, Avenue de Rumine, Lausanne.	1893
Schiffmann, Henri, Joli-Site, Ouchy.	1897
Schmid, André, photographe, Chamblandes, Pully.	1867

	Entrées
Schnetzler, Edouard, médecin, Lausanne.	1869
Seiler, Frédéric, chimiste cantonal, Policlinique, Lausanne.	1887
Stilling, Henri, Dr-professeur, boulevard de Grancy, Lausanne.	1891
Strzyzowski, Casimir, Dr-professeur, La Cerisaie, Lausanne.	1903
Suchard, A.-F., médecin, Petit Sacconex, Genève.	1870
Taillens, Jules, médecin, Madeleine, Lausanne.	1892
Turtaz, Paul, forestier, Cossonay.	1893
Vaucher, Henri, propriétaire, la Rosiaz, Pully.	1883
Vautier-Dufour, Auguste, Grandson.	1898
Vautier-Mayor, Alfred, Grandson.	1902
Vernet, Henri, Dr-phil., Duillier.	1871
Vionnet, Paul, ancien pasteur, Chemin Vinet, 20, Lausanne.	1857
Ward, Michael, colonel, Partenkirchen, Bavière.	1878
Weith, Auguste, médecin, rue de Bourg, Lausanne.	1893
Wilczeck, Ernest, Dr-professeur, Lausanne.	1892
Wollaston, George-Hyde, professeur, La Mascotte, Montagibert, Lausanne	1903

MEMBRES EN CONGÉ

Benoit, Louis, prof. au Lycée Khédival, Le Caire.
Brandenburg, Rodolphe, Ruysbrock, Bruxelles.
Francillon, Emmanuel, chimiste, Bâle.
Meyer, Albert, chimiste, Braila.
Piccard, Paul, ingénieur, Genève.
Potterat, Denis, vétérinaire, Berne.
Santschi, Dr-médecin, Tunis.
de Jaczewski, Arthur, jardin botanique, St-Pétersbourg.

Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles. Vol. XXXIX, No 148

LIVRES REÇUS

du 1er décembre 1902 au 1er décembre 1903.

I. Echanges.

Suisse.

Aarau. Argau. Naturf. Gesell. Mitth., IX.

Bale. Soc. des sc. natur. Verhandlungen, XV, heft 1. XVI.

Berne. Soc. helvét. des sc. natur. Verhandlungen. Compte rendu de la 84e session. Nouveaux mémoires. Vol. 39. 1 häfte.

— Commission géologique fédérale. Matériaux pour la carte géolog. de la Suisse. Livraisons XI et XIII. Geotechnische Série : Livr. II.

— Bibliographie nationale suisse. Fasc. IV, 6, 5, 6; fasc. V, 2, 9 h. B.

— Bibliographie nationale suisse. Bulletins. 2e année, 1-10, 11, 12. 1903 : 1-10. 2e Jahrg. 1902.

— Schweiz. Botan. Gesellsch., Bericht, Heft XII. Beiträge zur Kryptog. Flora. Vol. II, fasc. 1.

— Naturf. Gesell. Mitth., 1902.

Coire. Naturf. Gesell. Jahresbericht. Vol. 45, 1901-1902.

Frauenfeld. Thurg. naturf. Gesellsch. Mitth., 15.

Fribourg. Soc. des sc. natur. Bulletin, vol. X. Mém. Géol. et Géog. II, 3-4; Chim. I, 3 et 4. Botan. I, 4, 5, 6.

Genève. Soc. de phys. et d'hist. natur. Mémoires, T. 34, p. 1, 2, 3.

— Soc. de géographie. Le Globe. Bulletin, T. 42 : 1 et 2. Mém. T. 42.

— Institut nat. gen. Mémoires, T. 18. Bulletin, T. 35.

— Annuaire du Conservatoire et du Jardin botanique. VIe an. 1902.

Lausanne. Soc. géologique suisse. Eclogæ geologicæ helveticæ, VII, 3, 4, 5, 6.

Lucerne. Natürforschende Ges. Mitth. II. Heft. Jahrg. 96-97. III. Heft, 1898-1900.

Neuchatel. Soc. de géographie. Bulletin. T. XIV, 1902-1903.

— Soc. Neuch. des Sc. Nat., T. XXVIII.

Porrentruy. Société jurassienne d'émulation. Actes. 2e série. Vol. 8 et 9.

Schaffhouse. Schweiz. entomologische Gesellsch. Mittheilungen, X, 10.

Sion. Société murithienne. Bulletin : 1901, fasc. 29, 30. 1902, fasc. 31. 1903, fasc. 32.

Soleure. Naturf. Gesells. Bericht XIII, 99-02. Heft 1. Denkschrift zur Eröffnung von Museum und Sallbrau der Stadt Solothurn.

St-Gall. Naturf. Gesellsch. Berichte über die Thätigkeit, 1900-1901.

Wintherthur. Naturwiss.-Gesells. Heft IV, 1902.

Zurich. Naturf. Gesellsch. Vierteljahrsschrift, 1902. 3e, 4e Heft. 1903. 1er et 2e Heft. — Neujahrsblatt, 105.

— Institut central de météorologie. Annales. An. 1899-1900.

— Physikalische Gesells. Mitth. 1901, 1, 2, 3, 4, 5.

Allemagne.

Berlin. Deutsch. geolog. Gesellschaft. Zeitschrift, Bd LIV, 1, 2, 3, 4. LV, 1, 2.

— Physikal. Gesellschaft. —

— Königl. preuss. Akad. der Wissensch. Sitzungsberichte, 1902, 1-53; 1903, 1-40.

— Königl. preuss. meteorol. Institut. Ergebnisse der meteorologischen Beobachtungen in Deutschland. Jahrbuch 1902 : Heft 1. 1898-1900 ; 1898 : heft 3 ; 1899-1900. Bericht über seine Thätigkeit, 1902. Abhandl. II, 1. Regenkarte. Prov. Westfallen ; Hesse-Nassau und Rheinland.

— Gesellschaft für Erdkunde. Verhandlungen, XXVIII, 10. Zeitschrift ; 1902, 9, 10 ; 1903, 1-8.

— Botanischer Verein für die Provinz Brandenburg. Verhandlungen, 1902. 44e année.

— Konigl. preuss. geolog. Landes und Bergakademie. Jahrbuch. Vol. 21.

Berlin und Hannovre. Deutscher Seefischerei-Verein. Vol. 18, nos 1-12. Vol. 19, nos 1-11.

Bonn. Naturhist. Verein der preuss. Rheinlande. Verhandlungen, 59e année, 1, 2.

— Niederrheinischen Gessels. ; Sitzungsberichte 1902, 1, 2.

Braunschweig. Verein der Naturwissenschaft. Jahresbericht, 1899-1900 ; 1900-01.

Bremen. Naturwissensch. Verein. Abhandl. Vol. 17, 1, 2.

Cassel. Verein fur Naturkunde. Berichte, 1901-1902.

Chemnitz. Naturwissens. Gesells. —

Colmar. Société d'hist. nat. Bulletin, VI, 1901-02.

Darmstadt. Verein für Erdkunde. Notizblatt, IV, 22, 23.

Dresden. Naturwiss. Gesellsch. Isis., 1902, juillet-décembre.

DURCKHEIM. Pollichia. Mittheilung. 59e Jahrg., 1902, 15-17.

DUSSELDORF. Natur. Verein. —

ELBERFELD. Naturw. Verein. Jahresberichte. Xe heft.

ERLANGEN. Physik.-Medicin. Societät. Sitzungsberichte. H. 33, 34.

FRANKFURT a. M. Senckenburg. naturf. Gesellsch. Bericht. 1903.

FRANKFURT a. O. Naturwissensch. Verein des Regierungsbezirkes. Helios. Vol. 20.

— Societatum Litteræ, 1900, XIV, 1-12.

FREIBURG in B. Naturforschenden Gesellschaft, Berichte, XIII.

GIESSEN. Oberhessischen Gesells. für nat. u. heilkunde. Bericht, 99-1902. 33e.

GREIFSWALD. Naturw. Verein von Neu-Vorpommern und Rügen Mittheilungen. 34e année.

— Geograph. Gesells. —

HANAU. Wetterauische Gesells. 1902. Erste Nachtrag zum Katalog der Bibliothek.

HAMBURG. Verein für naturw. Verhandlungen, 1902. Vol. X. Abhandlung, 17, 18.

— Deutsche Seewarte. Meteorologisches. Jahrg. XXIII.

— Naturhistorisch. Museum. Mitteil. 1901 : 19.

HALLE. Léop. Carol. D. Acad. V. 78, V. 79, 2-3.

— Verein für Erdkunde. Mitteil. 1903.

— Naturhistorisch. Gesellsch. 48. u. 49. Jahresb.

HANOVRE. Naturhistorische Gesellsch. Jahresb., 1900-1901, 48-49.

HEIDELBERG. Naturh.-medizin. Gesellsch. Verhandlungen, Neue Folge VII, 1, 2.

KARLSRUHE Naturwissens. Vereins, Verhandlungen. Vol. 16, 1902-1903.

KIEL. Naturw. Verein für Schleswig-Holstein. Schriften, XII, 1, 2.

KÖNIGSBERG. Physik.-ökonom. Gesellsch. Schriften, 43.

LANDSHUT. Botan. Verein. Bericht, 1898-1900.

LEIPZIG. Verein für Erdkunde. Mittheilungen, 1902; Veröffentl. V; Atlas Würmsee.

— Beiblätter zu den Annalen der Physik und Chemie; 26e vol., 1902, 1-12; 27e vol., 1-10.

— Mittheilungen der Verlagsbuchhandlung. —

— Carus. Zoologischer Anzeiger, 687-710. Bd 27. No 1.

— Wissensch. Zoologie Zeitsch. Vol. 71 : 1-4 ; Vol. 72 : 1-4; Vol. 73 : 1-4 ; Vol. 74 : 1-4 ; Vol. 75 : 1-2.

— Natur. Gesells. Sitzungsberichte. 1899-1900.

— Deutsch. Physik. Gesell. Verhandl., 1901, 11-18. Jahrg. 5. No 1, 2.

MAGDEBOURG. Naturw. Verein. Jahresb. Abhandl., 1900-1902.

MULHOUSE. Société industrielle. Bulletin, 1902, juillet-décembre ; 1903, janvier-septembre. Procès-verbaux. Programme des prix pour 1904.

MÜNCHEN. Königl. bayer. Akad. der Wissensch. Sitzungsberichte, Math.-Physik. 1902, 1-4; 1903, 1-2.

MÜNCHEN. Gesellsch. für Morphologie und Physiologie. Sitzungsberichte, XVIII, 1, 2. Jahresberichte II, 1899-1900; III, 1901-1902.
— Ornitholog. Verein. Jahresb., II, 1899-1900.

MÜNSTER. Westfälisch. provincialverein. Jahresb. 26, 1898-1899.

NUREMBERG. Naturhist. Gesells. Abhandl. Bd XV. Heft 1.

OFFENBACH. Verein für Naturkunde. Bericht 37-42.

OSNABRÜCK. Naturw.-Verein. Jahresb. An. 15e. 1901-1902.

PASSAU. Naturw.-Verein. Berichte. 1898-1900.

REGENSBURG. Naturwissens.-Vereines. Berichte IX, 1901-1902.

STRASBOURG. Soc. des sc. agric. et arts de la Basse-Alsace. Bulletin; vol. 36, 1-10; vol. 37, 1-7.
— Meteorol. Beobach. in Reichsl. Elsass-Lothringen, Ergebenisse 1899.

STUTTGART. Vereins für Vaterländis. Naturk. in Wurttemberg. — Jahreshefte, 57, 58.

WIESBADEN. Nassauischen Verein für Naturk. Jahrg. 55.

WÜRZBURG. Physik.-medizin. Gesellsch. Zeitschrift. Sitzungsberichte. Jahrg. 1900, 1-5; 1901, 1-7. Verhandl. vol. 34, 1-11; vol. 35, 1-3.

ZWICKAU. Vereins für Naturkund. Jahresbericht, 1901.

Empire britannique.

BELFAST. Natur. hist. and philosoph. society. Proceedings, 1900-1901; 1901-1902.

BIRMINGHAM. Nat. history. and philos. Society. Proceed. XI, 1-2. Records of meteor. observ., 1896-97.

BRISTOL. Naturalists' Society Proceedings, IX, 2. — Index du vol. 8; liste des échanges.

DUBLIN. Royal irish Acad. Proceedings. Vol. 24 B, part. 1-2; Vol. 6, no 4; Vol. 24 A, part. 2; B, part. 3; C, part. 3. Transact. 32 B, part. 1-2. Vol. 32 C, part. 1; Vol. 32 A, part. 6.
— Royal Society, scient. Trans. Vol. VII, p. 14-16. Vol. VIII, p. 1. — Proceed. Vol. IX, 2, 3, 4, 5. — Economie Proceed, 1899. Vol. I, p. 2, 3.

EDIMBOURG. Royal College of Physicans. Laboratory. — Trans. Vol. 8, p. 1.
— Royal Society. — Proceed. Vol. 23.
— Geolog. Society. Reports. Vol. 8. Trans. Vol. 8. Spécial part. Vol. 8, p. 2.

LONDON. Royal microscop. society. Journal, 1902, 1-6; 1903, 1-5.
— Geological society. Quarterly Journal, 232-236. — Geological literature, 1902. List. Adress. 1901, 1902, 1903.
— Linnean society. Journal; Zoology, 186-187; Botany, 246, 249, 250, 251. — Proceed. nov. 1901-juin 1902. — Liste des membres, 1902-1903.

LONDON. Royal society. Proceedings, 469-484. Report to the Malaria committee, eighth série. Evolution Committee. Rep. I. Reports of the Sleeping Siknees Commission. N° 1, 2, 3.

— Zoological society. Proceedings. Vol. II, p. 1, 2. Index 1891-1900, 1903. Vol. I, p. 1, 2. — Transactions, XVI, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7.

MANCHESTER. Geological society. Transactions, XXVIII, p. 1-7.

— Literary and philosophical Society, Memoires et Proceedings. Vol. 47, 1-6.

TAUNTON. Archaeological and natural Hist. Society. Proceedings, 1901, vol. 47, 3^e série, vol. 7.

Colonies britanniques.

ADELAÏDE. Royal society of South Australia. Transactions and Proceedings, XXVI, 1-2 ; XXVII, 1. Memoirs. Vol. II, p. 1.

CALCUTTA. Geological Survey of India. Vol. 32, 3 ; vol. 34, 2 ; vol. 35, 1. An. Rep. 1901-1902. Paleontologia indica. Vol. II.

LE CAP. South African Philosophical Society, Transactions, vol. XII, p. 561-920. Vol. XIV, p. 1-2.

HALIFAX. Nova scotian Institute of natural science. Proceedings and Transactions, Vol. X, part. 2, 3, 4.

MELBOURNE. Victoria. Sydney. Australian assoc. f. the advancem^t of science. Rep. 1900.

OTTAWA. Geolog. and natur. hist. surwey of Canada. Rap. an. Vol. X, 1897 ; vol. XI, 1898 ; Contributions to Canad. Palaeontology. Vol. III. Cartes. Manitoba.

Royal Society of Canada. Proceedings and Transact. Vol. VII.

— Geological Survey of Canada. Catal. of the Canad. plantes. Part. II, 1903. General index to the Rep. of progrès, 1863-1884. Catal. of the marine invertebrata of Castern Canada.

SIDNEY. Royal society of New-South Wales. Transactions and Proceedings, 35, 36.

— Australian museum. Rep. of trustes, 1899.

TORONTO. Canadian Institute. Proceedings, N° 11. Transact. N° 14. Vol. 7, p. 2.

Amérique.

BOSTON. American acad. of arts and sciences. Proceedings Vol. 37, p. 23. Vol. 38, 1-25.

— Natural history society. Mem. Vol. 5, N° 8-9 Proceedings, vol. 30, 1-7 ; vol. XXXI, 1. Occasional papers, VI. Index to north american orthoptera.

BROOKLYN. Museum of arts and sciences. Bulletin. Vol. I, 1, 2, 3.

BUFFALO. Society of Natural sciences, Bulletin, vol. VII, 1.

CAMBRIDGE. Mass. Museum of comparative Zoology. Bulletin, vol. 38, 8 ; vol. 39, 1-8; vol. 40, 1-7 ; vol. 42, 1-4. Rapport, 1901-1902.

CINCINNATI. Soc. of nat. hist. Journal, XX, 1, 2, 3.

— Lloyd Library Cincinnati. Bulletin 1900, nos 1, 5; 1901, 6, 7, 8; 1902, 3, 4, 5.

CHICAGO. Academy of sciences. Bulletin. Vol. II, 3, 4, p. I.

COLOMBUS. Ohio State University. Ann. Rep., 1901, p. 1, 2.

DAVENPORT. Academy of Natural sc. — Proceed. 1901. Vol. 8.

DENVER. Colorado scient. Society. Proceedings, vol. 6, 1897-1900; vol. 7, 13-36 (avril-mai 1901); vol. 7, p. 55-108.

DES MOINES. Jowa Geological Surwey. Rep. Vol. 12.

EASTON. Mass. American Association for the avancement of science. Proceed., 1900. Vol. 49.

LAWRANCE. The Kansas University quarterly. Bulletin, vol. 1, no 5-12; vol. 10, no 4.

MADISON. Visconsin Geological and Natural History survey. Educational série, 1900. Bul. VIII, no 2. Scientific série, 1898. Bul. III, no 2. Economic série, 1900. Bul. VI, no 3. 1901, Bul. VII, no 4.

— Visconsin Academy, Transactions vol. XII, part. II; XIII, part. I.

MINNEAPOLIS. Minnesota. Academy of Natural Sciences. Bulletin. Vol. III, no 3.

MILWAUKEE. Wisconsin. Natural History Society. Bulletin. Vol. II, 1, 2, 3, 4.

— Public Museum. Annual Reports. October 1902.

MONTANA. Missoula. University. Bulletin. Biological série 3, no 10, 13, 14, 17.

NEW-HAVEN. Connecticut Academy of arts and sciences; Transactions, vol. XI, part. 1-2.

NEW-YORK. Acad. of sciences. Annals, XIV, p. I, II. Mémoires, vol. II, part 2, 1900; part. 3, 1901, VIII.

— American museum of natural history. Bulletin, vol. 18, p. 1, pages 1-150; vol. 16 (1902). List. Vol. 1-16 (1881-1902). Annual Rep. 1902.

— Public Library. Vol. VI, 1-12; vol. VII, 1-10.

PHILADELPHIE. Acad. of natural science. Proceed. Vol. 54, p. 1, 2, 3.

— American philosophical society. Proceedings, 170-172. Memorial, vol. I.

— Franklin institute. Journal. Vol. 154, 1-6; 155, 1-6; 156, 1-5.

— Wagner free institute, Transactions, Vol. III, 1900.

PORTLAND. Maine. Portland Society of natural history. Proceed. Vol. II, part. 5.

RALEIGH. Elisha Mitchell Scientific Society. Journal, vol. 18, 1-2; vol. 19, 1-2.

ROCHESTER. Academy of sciences. Vol. 4, pages 1-64.

SAN FRANCISCO. California academy of sciences. Proceedings I, Zoolog., II, 7-11; III, 1-4; Botanique II, 1-9; Occasionnals Papers. Vol. 7, 8.

ST-LOUIS. Missouri Botanical Garden. Annual Report, 1902.

— Academy of science. Vol. XI, 1-11; XII, 1-8.

Tufts College Mass. Tufts College. — Scientific série, nº 7.

Urbana. Illinois State laboratory of Nat. Hist. Bulletin, vol. V, 1897-1901. Biennal Report, 1899-1900.

Washington. Department of agriculture. Report 1900. Division of Biological survey, Bulletin, 14. Nord. american. fauna, 16, 20, 21, 22. Yearbook, 1900-1901.

— Geological survey. Bulletin, 191-207. Ann. Rep. 1900-01, 1-4; 1901-02. Monographie, vol. 41, 42, 43. Mineral Resources, 1901. Professionnal Paper, 1-8.

— Biolog. survey. Bulletin 14.

— Bureau ethn. Annual report, 97-98, p. 1-2.

— Smithsonian institution. Annual report of the Board, 1900, 1901. Special bulletin, 1900, I. Bulletin nº 39, p. H-O; nº 50, p. 2; nº 51, 52, nat. Museum. Proceedings, vol. 23, 24, 25. Bulletin of ethnology, 26, 27, 25.

Mexico. Sociedad cientifica Antonio Alzate. Memorias, XIII, 5-6; XVII, 1, 2, 3, 4, 6; XVIII, 1-2; XIX, 1.

— Observatorio meteorologico central. Boletin mensuel. Novembre 1901; janvier-février 1902.

— Instituto Geologico de Mexico. Bulletin, nº 16.

San José de Costa Rica. Museo nacional informe, 1900, 1-9.

— Instituto fisico-geogr. Boletin. Anno 1, nºs 21-24.

Para. Museo Parænse de Hist. Nat. e Etnogr. Boletin. Vol. III, 1, 2, 3, 4. Memorias de Musen Gœldli, 1902, III.

Rio de Janeiro. Observatorio. Annuario, 1903. Boletin mensal, 1902, avril-décembre; 1903, janvier-mars.

Buenos-Aires. Instituto geogr. argentino communicationes. T. I, 8, 9, 10.

— Museo Nacional. T. VII, T. VIII, entrega 1, série 3. Vol. I, ent. 2.

Montevideo. Museo national, annales, T. IV, 29-154.

Cordoba. Acad. nacional de Ciencias. T. 17, 1*a*, 2*a*, 3*a*.

Santiago. Soc. scientif. du Chili, XI, 1, 2, 3, 4, 5.

— Deutsch. Wissensch. Verein zu Santiago. —

Valparaiso. Revista chilena de Hist. Nat. Ano VI, 1, 2, 3, 4, 5, 6; Ano VII, 1, 2.

Autriche.

Brünn. Naturforsch. Verein. Verhandlungen, 40e Bd, Bericht der meteor. Commission, XX, 1900.

— Club für naturkunde. Mitth. 1900-1901. Bericht u. Abhandl., 5e, 1902-03.

Budapest. Musée national de Hongrie. Annales historico-naturales. Vol. 1, p. 1.

— K. Ungarisch-geol. Anstalt. Mittheilungen, XIII, 1-6; XIV, 1. Jahresb., 1900.

— Institut royal géologique de Hongrie. —

— Ungarisch.-geolog. Gesell. « Foldany Közlony ». B. 32, 1-12; B. 33, 1-9. Catalog. 1897-1901. 5e Nachtrag.

CRACOVIE. Académie des sciences. Bulletin international, 1902, 1-10; 1903, 1-7. — Sprawozdanie, T. 36. Catalog. litt. polon. II, 1-4.

GRATZ. Naturw. Verein, Steiermark. Mittheil. 1901, Heft 38; 1902, Heft 39. — Führer, St.-Johanneum; Jahresbericht.

— Verein der Aerzte. Mitth. An. 1902. 39e Jahrg.

— Historische Verein für Steiermark. 1850-1900. Mitth. 1900. Heft 48.

INNSBRUCK. Naturwiss.-medizin.-Verein. B. 27.

KLAGENFURT. Naturhistorist. Museum. Diagr. 1900. Jahresb. 1900. Mittheil. nº 1-5.

KLAUSENBURG. Société du Musée de Transylvanie (section des sc. médicales) Sitzungsberichte. B. 24, I, Heft 1, 2, 3; B. 23, II, Heft 2, 3; B. 24, II, Heft 1-3.

PRESBURG. Vereins für Natur Heilkunde. Verhandl. 1902.

TRIESTE. Museo civico di storia naturale. Atti. Vol. 4.

WIEN. K. k. geolog. Reichsanstalt. Jahrbuch 1901. Vol. 51, 1-4; vol. 52, 1-4; vol. 53, 1. Verhandlungen, 1902, 1-18; 1903, 1-11.

— K.-Akademie der Wissenschaften. Abteil. I, B. 110, 1-10; B. 111, 1-9; Abteil. II, B. 111, 1-10. Mittheilungen, 1-13.

— Œsterreich. Gesellsch. für Meteorologie und deutsche meteor. Gesellsch. Meteorologische Zeitschrift, 1902, 1-12; 1903, 1-10.

— Zoolog.-botan. Gesellsch. Verhandl., LII, 1902.

— Section für Naturkunde des Œsterr. Touristen-Club. Mittheilungen. Jahrgang XIII.

— Verein zur verbreitung naturw. Kenntnisse. Schriften, 1900-1901.

— Vereine der Geograph. an der Univers. — Bericht XXVI, 1899-1900.

— K. k. Geogr. Gesellsch.

— K. k. Naturhist. Hofmuseum. Annales, B. XVI, 1-4; B. XVII, 1-4; B. XVIII, 1.

— Oest. Tourist Club. Mitth. für section naturk. Jahrg. 12, 13, 14.

ZAGREB (AGRAM) CROATIE. Societæ Historio-Naturalis Croatica, Vol. XIII, 1-6.

France.

ABBEVILLE. Société d'Emulation. — Mémoires, T. 4, 2e p. Bulletin : 1899, 3-4; 1900, 1-4; 1901, 1-4; 1902, 1-4.

AMIENS. Société linnéenne du Nord de la France. Bulletin. T. 15 (323-332). Mémoires. T. 10.

ANGERS. Société d'Etudes scientifiques, 1901 (31e an.).

ANNECY. Soc. florimontane. Revue savoisienne, 1902, 1er, 2e, 3e et 4e trim. 44e an. 1er trim.

AUTUN. Société d'hist. naturelle. Bulletin XV.

AUXERRE. Soc. des sc. histor. et natur. de l'Yonne. Bull., vol. 55, 2e sem. Vol. 56 (1902).

Belfort. Soc. belfortaine d'émulation. N° 20 (1901); n° 21 et suppl.
Besançon. Soc. d'émul. du Doubs. Vol. 6.
— Archives de la flore jurassienne, 17-27, 30-37 (manque 28, 29).
— Université. Institut botanique (Prof. Ant. Magnin), 1, 2, 3.

Béziers. Soc. d'étude des sc. natur. Vol. 12 (1899).

Bône. Académie d'Hippone. Comptes rendus. Année 1900.

Bordeaux. Soc. linnéenne. Actes, vol. LVII, 7. Catalogue, fasc. 2 (1901).
— Soc. des scienc phys. et nat. Mémoires. 6e série. T. II. — Appendice. T. 2, 1er cah. Procès-verb. 1901-1902.
— Commission météorol. Observations. 1899-1900.

Bourg. Soc. sc. nat. de l'Ain, 29-31.

Caen. Soc. linnéenne de Normandie. Bulletin, 1901, vol. 5.

Carcassonne. Société d'Etudes scientifiques de l'Aude. Tome 10. T. 12.

Chalon s/ Saône. Soc. des sc. nat. de Saône et Loire, T. VIII, 1-12. T. IX, 1-5.

Chambéry. Acad. des sciences. Mémoires t. 9.

Charleville. Soc. d'histoire naturelle des Ardennes. —

Cherbourg. Soc. nationale des sc. nat. Mémoires. Série 4. T. 3, fasc. 1.

Dax. Société de Borda. Bulletin, 1902. 1er, 2e, 3e et 4e trim.; 1903, 1er trim.

Dijon. Académie des sciences, arts et belles-lettres. Mémoires. Série 4. T. 8. 1901-1902.

Grenoble. Soc. dauphinoise d'ethnologie et anthropologie. Bulletin. T. IX, 1-4; T. X, 1-2.
— Société de statist., des sc. nat., des arts, etc., de l'Isère. Série IV, t. 6.

Jonsac. Soc. pour la diffusion des sc. phys. et nat. Bulletin 3.

Le Mans. Société d'agriculture et des arts de la Sarthe. Bulletin, 1901, 1, 2, 3, 4; 1902-1903, 1.

Le Havre. Société géologique de Normandie.

La Rochelle. Soc. des sciences nat. de la Charente inf. Annales. T. VII, 1900, 1901.

Lille. Soc. de géologie du Nord. Annales 30 (1901); 31 (1902).

Lyon. Académie des sciences, belles-lettres et arts. 3e série. T. 6.
— Société d'agriculture, sciences et industrie. Annales. 7e série. T. 7, 8.

Macon. Soc. d'histoire naturelle. Journal des naturalistes, 1-12.

Marseille. Société scientifique industr. 29e année, 1901, 1er, 2e, 3e et 4e trim.; 30 année, 1902, 1er, 2e, 3e et 4e trim.
— Faculté des sc. Annales. T. XIII.
— Société scientifique Flammarion. 1900-1902.
— Société de statistique. Répertoire des Travaux. T. 45, 1re et 2e part.

MONTPELLIER. Institut de zoologie de l'Université de Montpellier et de la station zoologique de Cette. Mémoires, 11, 12. Série mixte, nº 1.

NANCY. Académie de Stanislas. T. 18, 19. Table alphabétique 1750-1900.

— Soc. des sc. Bulletin. Série III, T. III, fasc. 1, 2, 3, 4; T. IV, fasc. 1, 2.

NANTES. Soc. des sc. natur. de l'Ouest de la France. Bulletin. 2e série, T. II, 1, 2, 3, 4.

NîMES. Société d'étude des sciences nat Bulletin, 1901, T. 29.

PARIS. Société zoologique. Bulletin, T. XXVII.

— Académie des sciences. Comptes rendus 1902, 1er sem., 1-26, table des mat.; 2e sem., 1-26; table des mat., 1903. Tome 136, 1-26, table. Tome 137, 1-20.

— Soc. des ingén. civils, 1902, 1-12; 1903, 1-9. Procès-verbaux, 1903, nº 1-17. Annuaire 1903.

— Soc. géologique de France. Bulletin. 4e série, Tome II, 1-4; T. III, 1.

— Société minéralogique. Bulletin, XXV, 1-8; XXVI, 1-5.

— Feuille des jeunes naturalistes, 385-397.

— Soc. d'anthropologie. Bulletin, T. II, 1-6; T. III, 1-6.

— Soc. française de physique. Séances, 1902, fasc. 1, 2, 3, 4; 1903, 1, 2.

— Institut national agronomique. Annales, 2e série. T. 1, T. 2, fasc. 1-2.

— Muséum d'histoire naturelle. Bulletin, 1902, 1-8; 1903, 1-2.

— Bulletin des services de la carte géolog. de France, XII, 79-86; XIII, 87.

— Journal de l'Ecole polytechnique. Série II, 5, 6, 7.

PERPIGNAN. Société des Pyrénées orientales. Vol. 43.

ROCHECHOUART. Soc. des amis des sc. Bulletin, XII, 1-6; XIII, 1.

ROUEN. Société industrielle, Bulletin, 30e année, 1-6; 31e an., 1.

ST-DIÉ. Soc. philom. vosgienne. Bulletin, 28e année (1902-1903).

SEMUR EN AUXOIS. Société des sciences hist. et nat. Bulletin. An. 1901.

TARARE. Soc. des Sc. Natur., Bulletin, 1901, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 11, 12; 1902, 1, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12; 1903, 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8.

TOULOUSE. Soc. d'Hist. Nat., années 1902, 1-8; 1903, 1-4.

VIENNE (Isère). Soc. des Amis des Sciences nat. Bulletin, 1re année, 1er, 2e et 3e trim.

Italie.

ACIREALE. Accad. di sciences, lettere e arts. — Série 3*a*. Vol. 1, 1901-02.

BOLOGNE. R. Academia. del Scienze. —

CATANE. Accademia Gioenia di sc. natur. Atti, 79. Bolletino, fasc. 74-78.

MILAN. Soc. italiana di sc. natur. Atti. Vol. 41, 1-4; vol. 42, 1-3. Memorie, vol. 6, 3.

Milan. R. Instituto Lombardo di Scienze e let. Memorie, vol. 19, fasc. 5-8. Rendiconti 34, 35, 36, fasc. 1-9. Indice generale, 1889-1900.

Pavie. Maggi, Zoja, de Giovanni.

Pérouse. Universita. Annali della Facolta di Medicina. Vol. XII, fasc. 1-4; série 3, vol. 1, fasc. 1-4.

Pise. Soc. toscana di sc. natur. Atti, vol. XIII, 1-138. Memorie. Vol. 18.

— Soc. italiana di fisica. Il nuovo cimento. 1902, complète; 1903, gennaio-maggio.

Rome. Reale accademia dei lincei. Atti. Vol. XI, 1-12, 1-12. Vol. XII, 1-12, 1-9. Rendic. dei adunanza. Vol. II, 1903.

— Comitate geologico d'Italia. Bollettino, 1902, 1-4; 1903, 1, 2.

— Soc. Zoologica italiana. Bolletino, 1902, 1-3.

— Stazione Agraria sperimentale di Roma. Boletino nº 1.

Sassari. Studi sassaresi. Université de Sassari. Sér. II, anno II, fasc. I, II.

Sienna. Laboratorio ed orto Botanico. Bolletino. Anno 5, fasc. I-IV.

Venise. Reale istituto veneto. Atti. LIX, 1-10; LX, 1-10; LXI, 1-2.

Belgique.

Bruxelles. Société malacologique. Annales, T. 36.

— Université nouvelle, Institut Géograph. de Bruxelles; Publication nº 8, 2.

— Soc. entomologique. Annales, XLVI. Mémoires, IX.

— Soc. royale de botanique. Bulletin 39.

— Société belge de microscopie. Annales. An. 26, 1899-1900.

— Soc. belge de géologie, XIII, 3-4; XVI, 4-5; XVII, 1-2. Nouveaux Mémoires, 1903, fasc. 1.

— Observatoire royal. —

— Institut international de Bibliographie. —

— Académie royale de Belgique. Bulletins, 1902, 1-12; 1903, 1-7. Mémoires couronnés et mémoires des savants étrangers. T. 59, fasc. 1-4; T. 60, 62, fasc. 1-2. Mémoires couronnés et autres mém. T. 62, fasc. 1-4; T. 63, fasc. 1-5. Annuaire, 1903. Mémoires. T. 54, fasc. 1-5. Bulletins de la Classe des lettres, etc., 1903, nºs 3, 4.

Louvain. La cellule. XIX, 1, 2; XX, 1, 2.

Luxembourg.

Luxembourg. Société des naturalistes luxembourgeois « Fauna ». Compte rendu, 12e année.

— Institut grand-ducal. T. 26.

— Société de botanique. Mémoires et travaux, recueil 15.

Danemark.

Copenhague. Académie royale. Bulletin, 1902, 1-6; 1903, 1-3. Fortegnelse jan. 1900.

COPENHAGUE. Naturhistorische Forening. Videnskabelige Meddelelser 1902-1903.

Egypte.

LE CAIRE. Institut égyptien. Bullet. 1901, 1-8 ; 1902, 1-4. Mémoire, T. IV, fasc. 1, 2.

Hollande.

AMSTERDAM. Acad. roy. des sc. Verslagen en Medeelingen. Dl. V. Jaarbock, 1902. Verhandlingen, VII, I, 6-7 ; II. Dl. IX, 1-9. Zittingswerslagen, XI ; Proceedings (sect. des sc.). Vol. V, 1re et 2e part.

— Hemel en Dampkring. Aflevering. Nos 1-11.

HARLEM. Musée Teyler. Archives ; VIII, 1, 2.

— Soc. hollandaise des sc. Archives neerland., série II, VIII, 1-4.

UTRECHT. Institut météorol. des Pays-Bas. Annuaire, 52 et 53, 1900, 1901.

Espagne et Portugal.

BARCELONE. Reale accademia de Ciencias y artes. Boletin, Vol. II, 1-5. Memorias. Vol. IV, 28-31, 33-36. — Personal Academia. 1902-1903.

LISBONNE. Direcção des Trabalhos Geologicos de Portugal. — Annales.

— Serviços geologicos de Portugal. Communicaçoes IV. Faune crétacique du Portug. Vol. I, séries 3, 4.

Russie.

DORPAT. Naturforscher Gesellschaft. Schriften XI. Archiv. B. 12. Lief. I, 2. Sitzungsbericht. T. 13, Heft 1.

EKATHERINBOURG. Soc. ouralienne d'amateurs des sc. nat. Bulletin. T. 22. Supplément au T. 22. T. 23, supp. au T. 23.

HELSINGFORS. Societatis pro Fauna et Flora Fennica. Acta. Vol. 16, 18, 19, 20. Meddelanden häftet, 24-27.

— Commission Géologique de Finlande. Bulletin, 12, 13.

KARKOW. Travaux de la Soc. sc. de Médecine et d'hygiène. Travaux. T. 25, fasc. 8 (1897). T. 26, fasc. 9 (1898). T. 27, fasc. 10 (1899). T. 28, fasc. 11 (1900). Suppléments. T. 28.

KIEW. Soc. des Naturalistes. Mémoires, T. XVII, 1, 2.

MOSCOU. Soc. impér. des naturalistes. Bulletin, 1902, 1-4 ; 1903, 1.

ODESSA. Soc. des naturalistes de la N. Russie. Mémoires. T. XXIV, 1.

ST-PÉTERSBOURG. Acad. impér. des sciences. Bullet. XVI, 1-5 ; XVII, 1-4. Mémoires X, 8. Tableau des publications, 1902, I.

— Observatoire physique central. Annales, 1899, 1-2.

St-Pétersbourg. Comité géologique. Bulletins, 1902, 1-10. Mémoires, vol. XVI, 2, texte ; 2 atlas, vol. XVII, 3; vol. XX, 1. Nouvelle série, 1, 2, 4.

— Société impériale russe de géographie. Bulletin, volume XXXVII, 1-6 ; vol. XXXVIII, 1-5 ; XXXIX, 1-3. Procès-verbaux, 1902, 1-2.

— Horti Petropolitani, acta, T. XXI, 1, 2.

— Jardin Botanique impérial. Bulletin, 1902, T. II, 1-7 ; T. III, 1-6.

Scandinavie.

Christiania. Archiv fur Math. og. Naturv., XXIII, 1-4; XXIV, 1-4.

Oupsal. Nova acta Regiae societatis scientiarum upsaliensis, XX, fasc. 1.

Stockholm. Acad. royale des sc. Mémoires, 36, 37 (1, 2). Bulletin, vol. 59 ; Bihang, XXVIII, 1-4. Lejnadsteckning, IV, 1, 2, 3. Arkiv för Matematik. Astronomi och Fysik. B. 1. Häfte 1, 2. Arkiv för Kemi. Mineralogi och Geologi. B. 1. Häfte 1. Arkiv för Botanik. B. 1. Häfte 1-3. Arkiv för Zoologi, B. 1. Häfte 1-2. Annuaire (Arsbok) 1903.

— Observations météorologiques suédoises. Vol. 40, 41, 42 (1898-1900). Accession Katalog, 16, 1901.

— Entomologisk Tidskrift, vol. XXIII, 1-4.

— Offentliga Bibliotek Accessions. Katalog 14.

Tromsö. Museums, Aarshefter, 1901. — Aarsberetning, 1898-1899-1900.

Bulgarie.

Sofia. Société bulgare des sciences nat. Annuaire, 1900-1901, 4e et 5e année. Travaux (1900), no 1.

Roumanie.

Bucarest. Institut Météréologique de Roumanie. Bulletin lunar. An. 7, 8, 9, 10, 11 (1897-1902). Annales, 13, 14, 15.

II. Dons.

Renevier, E., professeur, Lausanne. Un lot de brochures diverses.

Krafft, G., docteur, Lausanne. Causeries scientifiques.

Dufour, H., professeur, Lausanne. L'éclairage au travers des vitres, mesures photométriques.

Forel, F.-A., professeur, Morges. Histoire des sciences mathématiques dans la Suisse française, par L. Isely, professeur à Neuchâtel.

Königlich Geodætische Institut, Potsdam. Lotabweichungen. Heft II. Geodätische Linien südlich der Europäischen Langengradmessung in 52 Grad Breitem.

Labiche, Hugues, Port-Louis, Maurice. Un seul champignon sur le Globe.

Verein für Erdkunde zu Dresden. Forschungsfahrten im südlichen Eismeer, 1819-1821.

Ministerio da Marinha (E. Ultramar, Direcçao général de Marinha). O Aquario Vasco da Gama. Relatorio apresentado a sua Exa o Ministro da Marinha o Ultramar sobre o Estado d'Este estabelecimento e a sua reorganizaçao por Armand da Silva.

Trembley, M., 28, rue d'Assas, Paris. La découverte des polypes d'eau douce d'après la correspondance inédite de Réaumur et d'Abraham Trembley, 1902.

Reclus, Elisée. Société belge d'astronomie. L'enseignement de la géographie. Extrait du nº 1 (1903) du bulletin de la Société belge d'astronomie.

Wilczek, E., professeur, Lausanne. Contribution à la flore de la République argentine. Tiré à part du Bulletin de l'herbier Boissier.

Société suisse des chimistes-analystes. Statistique des vins suisses, 1re année.

Niedenzu, Franc, professeur Dr, Braunsberg. Arbeiten aus dem botanischen Institut des königlichen Lyceum Hosianum im Braunsberg, Ostpreussen.

Museum Francisco-Carolinum, Linz. 58e Jahres-Bericht des Museum Francisco-Carolinum. Nebst der 52 Lieferung der Beiträge zur Landeskunde von Oesterreich ob der Enns.

S. A. S. Le Prince Albert de Monaco. Fasc. 22, 23, 24. Résultats des campagnes scientifiques accomplies sur son yacht.
— Carte bathymétrique des îles Açores (1903).

Machon, Dr, Lausanne. El Mamifero Mysterioso de la Patagonia « Grypotherium Domesticum », por Rodolfo Hanthal, Santiago Roth.

Chenevière, Nyon. *a)* Un lot brochures : Annales de la Société botanique de Lyon. Tomes 20-25 (incomplets).
b) 2 bulletins de la Société botanique de France. Tome 41, 1re et 2e partie, 1894.

Spörry, Hans, Zurich. Die Verwendung des Bambus in Japan und Katalog der Spörry'schen Bambus-Sammlung.

Forel, F.-A., professeur. Les poussières éoliennes du 22 février 1903.

Chuard, S., professeur. Annuaire agricole de la Suisse. 3e année, 1902, 7e fasc.

Forel, F.-A., professeur. Beiträge zur Geographie des Festen Wassers.

Renevier, E., professeur. The Evolution of Climates. By Marsden Manson, San-Francisco. Cal.

Paedologische Schooldienst, Antwerpen. Over de snelheid der uitstralingswarmte van het lichaam, door Prof. Dr M. C. Schuyten.

Guisan, Ch., architecte, Lausanne. *a)* Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft : 1830, 1837, 38, 39, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 56, 59, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 71, 72, 73, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 89.

b) Comptes rendus de la Société suisse des Sciences naturelles. Sessions : 45, 62, 66, 67, 68, 68 *bis*, 69, 70, 71, 72, 73, 73 (français), 74, 75 (français et allemand).

c) Coup d'œil historique sur les 32 premières années d'existence de la Société helvétique des Sciences naturelles.

d) Jahresbericht der Grossh. Badischen meteorologischen Centralstation Carlsruhe, IX, X, XI, XII.

Schopp, H., prof. D^r^, à Darmstadt. Beiträge zur Kentniss der diluvialen Flussschotter im westlichen Rheinhessen.

Boulanger, Em., pharmacien, 19, quai Bourbon, Paris. Germination de l'ascospore de la truffe.

Lugeon, Maurice, professeur, Lausanne. Les grandes nappes de recouvrement des Alpes du Chablais et de la Suisse.

Institut agricole, Lausanne. Observations météorologiques faites à la station du Champ-de-l'Air, XVI^{e} année, 1902.

Forel, A., Morges. Les fourmis des îles Andamaris et Nicobares.

The Belfast Natural History and Philosophical Society Guide to Belfast, 1902.

Institut royal géologique de Hongrie, Budapest. Die Mineralkohlen der Länder der ungarischen Krone.

Lœwenthal, N., professeur d'histologie à l'Université de Lausanne. Questions d'histologie. La cellule et les tissus au point de vue général.

Renevier, professeur, à Lausanne. Un lot de brochures se rapportant au percement du Simplon.

Thieullen, M., rue d'Assas, 72, Paris. Le mammouth et le renne à Paris.

PROCÈS-VERBAUX

SÉANCE DU 22 OCTOBRE 1902.

Présidence de M. le Dr L. Pelet, président,

puis de M. le Dr G. Krafft, vice-président.

Le procès-verbal de la séance précédente est lu et adopté.

M. le Président annonce la candidature de M. *B. Mayor,* professeur, présenté par MM. *H. Dufour* et *C. Dutoit*; de M. *J. Perriraz,* licencié ès sciences, présenté par MM. *M. Nicollier* et *M. Lugeon,* ainsi que la démission de M. *Kamm.*

Il est donné connaissance des lettres de remerciement de MM. Gaudry et Thury, membres honoraires, et de celle de M. Perceval de Loriol, membre associé émérite.

Au nom de MM. *Edmond Burnand,* pharmacien à Lausanne; *Paul Burnand,* pasteur à Rances, et *Auguste Burnand,* pasteur à Montet sur Cudrefin, M. *F.-A. Forel* dépose aux archives de la Société des séries d'observations météorologiques faites de 1806 à 1819 (il manque les années 1816 et 1817) à Champmartin près Moudon par l'arrière-grand-père des donateurs. François-Louis-Benjamin Burnand, allié le Bauche, né en 1747, décédé en 1821, retraité du service militaire de Hollande avec le grade de lieutenant-colonel, s'établit dans sa propriété rurale à Champmartin, rière Chavannes sur Moudon, à 2 km. au sud de Moudon, à 1 km. à l'est de Bressonnaz, à 650 m. d'altitude, à 120 m. au-dessus de la Broie. Ses observations météorologiques copiées sur des feuilles in-folio sont nettes, régulières et ingénieuses; il notait par des chiffres et des signes conventionnels la hauteur du baromètre, la température, maximum et minimum du thermomètre, les vents, les météores, l'état du ciel, l'état du temps. La régularité de ces observations est remarquable et leur donne une valeur précieuse.

Au nom de Mlle *Joséphine Chavannes*, M. Forel dépose aux archives de la société un carnet de notes personnelles de feu Sylvius Chavannes, membre de la Société. Il renferme surtout des notes géologiques et des souvenirs d'excursions de l'année 1875.

Communications scientifiques.

M. le professeur **E. Bugnion** expose le résultat de ses recherches sur l'intestin du *Xylocopa*, de l'abeille et du frelon et fait circuler plusieurs photographies et planches coloriées relatives à l'histologie de ces insectes. Un résumé de ce travail sera inséré dans le Bulletin.

M. le prof. **Pelet** rappelle les résultats communiqués dans de précédentes séances par MM. Pelet et Jomini au sujet des limites de combustibilité. Ces études sont assez avancées pour que l'on puisse en tirer les conclusions suivantes :

La limite de combustibilité est fonction :

a) de la nature du corps.

b) de la température de la flamme.

c) de la quantité de combustible introduit dans la flamme pendant l'unité de temps.

d) de la température de l'air ambiant.

En faisant brûler différents combustibles dans des mélanges gazeux formés de proportions diverses d'oxygène, d'azote ou d'anhydride carbonique, on constate que la combustion peut se produire en présence de quantités très variables de CO^2 (0—60 %) mais que l'extinction survient toujours à une tension minime d'oxygène variable dans de faibles limites.

M. **S. Bieler,** professeur, montre un exemplaire d'*ornithorynque* reçu dernièrement de la Nouvelle-Galles du Sud pour le musée de l'Ecole d'agriculture. Cet exemplaire mesure 45 centimètres. Les grands vont jusqu'à 50 c.

M. **F. Cornu** présente un exemplaire de polypore ayant complètement enrobé une touffe d'herbe.

M. **F.-A. Forel** montre à la Société un échantillon de poussière impalpable recueillie le 2 août 1902, à Monthey (Valais), par M. A. Contat, ingénieur-chimiste. C'est un sable éolien qui présente tous les caractères du sable du Sahara, tel qu'il tombe fréquemment, apporté par les vents, en Sicile et en Italie, tel qu'il est tombé en particulier le 10 mars 1901 et jours suivants en Sicile, Italie, Tyrol et Danemark. Des rapports verbaux et écrits (mais non accompagnés d'échantillons) ont signalé, le 2 août et les jours suivants, la chute de sable impalpable, couleur brique-jaunâtre-orangée, à Aigle (M. Piguet-Pellone), à Morges (Mlle Muret), sur les neiges du col de Géant (Dr F. Reverdin), sur les neiges du col de l'Alphabet (M. P. Laufer).

SÉANCE DU 5 NOVEMBRE 1902.

Présidence de M. le Dr L. PELET, président,

puis de M. le Dr G. KRAFFT, vice-président.

Le procès-verbal de la séance précédente est lu et adopté.

MM. *B. Mayor* et *J. Perriraz* sont proclamés membres, ainsi que M. le prof. *G. Brélaz,* ancien membre, qui désire rentrer au sein de la Société.

M. le Dr *G. Krafft* offre à la Bibliothèque le volume qu'il vient de publier sous le titre *Causeries scientifiques.*

M. le prof. *F.-A. Forel* annonce la mort de notre membre honoraire le professeur *Targioni-Tozetti,* de Florence.

Communications scientifiques.

M. le Dr **H. Faes** présente une feuille de zinc provenant de la toiture d'un hôtel de Lausanne et perforée par les *Sirex.* Il donne à ce propos des détails intéressants sur la biologie de ces Hyménoptères et rappelle combien l'on a discuté cette question de la perforation des métaux. Etaient-ce les larves ou les insectes parfaits qui causaient les dégâts, et si c'étaient les insectes parfaits, de quelle façon procédaient-ils ? Il rappelle les belles recherches anatomiques de Léon Dufour sur les Hyménoptères de la famille des Urocérates et cite quelques autres insectes s'attaquant aussi aux métaux.

M. le Dr Faes expose ensuite les dégâts considérables causés dans les vergers par certaines espèces de scolytides ; il fait circuler des branches d'arbres fruitiers attaquées par le *Scolytus pruni* et le *Bostrichus dispar*, deux espèces qui procèdent tout différemment dans la façon de creuser leurs galeries. L'auteur de cette communication, qui s'est fort occupé de la question au point de vue agricole, tant dans le canton de Vaud que dans celui du Valais, insiste sur le fait que ces deux scolytides attaquent aussi bien les arbres jeunes et très vigoureux que les arbres anémiés et malades. Il donne des détails sur la ponte curieuse du Scolyte du thuya *(Phloeosinus thuyae)*, étudiée par M. le Dr Edouard Bugnion, et indique enfin les remèdes préventifs et directs les plus efficaces contre ces ravageurs.

M. le Dr H. Faes termine son exposé en citant un cas nouveau de parasitisme, observé dans les Alpes du Valais. Il a découvert une mouche *Tachina* qui pondait ses œufs sur un myriopode, le *Julus alemannicus* var. *simplex ;* il décrit les particularités anatomiques de la larve et montre avec quelle intelligence, ou quel merveilleux instinct, le diptère procède dans sa ponte. Le *Julus alemannicus* possède une épaisse carapace calcaire, un corps lisse et arrondi, des segments admirablement emboîtés les uns dans les autres ; c'est pourquoi, alors que nous voyons les Tachines pondre à n'importe quelle place sur le corps tendre des chenilles, l'espèce en question pose toujours ses œufs sur la tête ou le premier segment du Myriopode. La raison en est simple : la tête du Myriopode étant souvent appelée à se mouvoir, son insertion avec le corps est un point faible, et les larves de la Tachine, une fois écloses, en profitent pour pénétrer dans le corps de leur hôte.

M. le Dr **L. Pelet,** professeur, présente une méthode de dosage volumérique de la fuchsine au moyen d'une solution titrée de nitrite de potassium en solution faiblement acide.

La fin de la réaction se reconnaît grâce à la présence d'un léger excès de fuchsine par la faible coloration rose produite sur du papier à filtrer dans un essai à la touche.

Les résultats obtenus par le dosage ne variaient que de 3-4 mmgr. sur une quantité de 0,5 à 2 gr.

L'équation de la réaction est définie et se passe entre 2 molécules de fuchsine et 3 molécules d'acide nitreux ; il ne se forme cependant pas d'acide rosolique ainsi qu'on eût pu le supposer.

Dans la première partie de la réaction, il se forme du chlorure de diazopararosaniline $OH - C \equiv [C^6H^5\ N\ N\ Cl]^3$; ce produit une fois formé se copule à une nouvelle molécule de fuchsine pour former

$OH - C \equiv [C^6H^5\ N\ N - NH - C^6H^5]^3 \equiv C - OH$ la diazoamido-pararosaniline.

En ajoutant du carbonate de sodium à la solution du diazoamido dérivé, on isole un produit brun insoluble qui est probablement le diazoamido lui-même. Ce composé dont l'étude n'est pas terminée est insoluble dans les acides.

Si on laisse reposer la solution du diazoamido, il se produit une décomposition lente, avec formation d'une molécule d'acide rosolique et d'une molécule de fuchsine. Si au contraire on chauffe directement la solution, il y a formation rapide d'acide rosolique, d'après la réaction bien connue de E. et O. Fischer.

M. **F.-A. Forel** décrit les grandes apparitions de feux crépusculaires anormaux observés les 28, 29 et 30 octobre à Morges et Lausanne. Durant le cours de l'été, depuis le commencement de juillet, spécialement les 6, 7, 8, 9, 11 juillet, 3, 15 à 22 août, 13, 24 octobre, M. Forel a déjà constaté des phénomènes extraordinaires : une demi-heure après le coucher du soleil, après que le ciel du couchant s'était lentement obscurci, il surgissait une seconde illumination caractérisée par un nimbe périhélique jaune-verdâtre d'abord, d'un éclat lumineux étrange, puis orange, quelquefois approchant du rouge ; autour du nimbe jaunâtre un halo pourpre-lilas de quelque 50° de rayon, large, à contours mal définis. Mais jamais ces feux de crépuscule n'avaient approché, même de loin, de la teinte rouge cramoisi des grandes illuminations de l'hiver de 1883-1884 que nous avons attribuées aux cendres volcaniques de l'éruption de Krakatoa. (Voyez Bull. S. V. S. N. XX, P. V. VII, 19 décembre 1883).

Enfin, dans les trois dernières journées, il y a eu reproduction des splendides illuminations du type krakatoesque. Le 28 octobre, M. Forel les a vus à la fin du spectacle, à travers les trous du voile des nuages (à 6 h. 45, temps de l'Europe centrale) ; le 28 octobre, le coucher apparent du soleil ayant eu lieu à 5 h. 18 soir, la seconde illumination a duré de 5 h. 50 à 6 h. 55 avec un éclat incomparable ; le 30 octobre, un voile de brouillard couvrait le ciel de Morges, mais ces nuées avaient des couleurs d'incendie. M. Forel peut comparer ces tons et teintes avec ceux d'un excellent tableau de Hosch qui avait représenté les feux crépusculaires de décembre 1883, et il déclare l'analogie, ou mieux la similitude, complète.

Dans les deux cas, le fond du ciel formant second plan était éclairé par un pourpre orangé, rouge et cramoisi, tandis que les nuages, dans un premier plan, apparaissent comme des taches brunes et grises.

Il y a cependant une différence capitale entre les phénomènes crépusculaires de l'été de 1902 et ceux de 1883. Ces derniers ont duré dans chaque station durant des semaines et des mois ; en Suisse du 25 novembre 1883 au milieu de janvier 1884. Dans l'été actuel, au contraire, ils sont d'apparition rapide et ne durent que trois ou quatre jours de suite pour réapparaître plus tard quelques semaines après, et de nouveau pendant quelques jours seulement. On pourrait interpréter ces faits en supposant qu'en 1883 les poussières volcaniques lancées dans la haute atmosphère y formaient un anneau continu autour de la terre, tandis que cette année 1902, elles sont concentrées en nuages discrets et isolés les uns des autres.

En terminant, M. Forel signale l'apparition possible d'un *cercle de Bishop*, large couronne cuivrée autour du soleil, analogue à celle qui, en 1884 et 1885, a suivi la grande éruption de Krakatoa. On la voyait lorsque le soleil était masqué par un écran, cime de montagne ou nuage ; elle était surtout apparente dans les hautes altitudes. La recherche de ce phénomène est recommandée aux alpinistes dans leurs excursions d'hiver, aux observateurs des stations de montagne, Säntis, Naye, Saint-Bernard, aux habitants des villages alpins et jurassiens dans des journées favorables.

M. **Paul-L. Mercanton** complète l'exposé de M. Forel par le compte-rendu des observations du phénomène, qu'il a faites de Lausanne avant le lever du soleil les 4 et 5 novembre. 4 novembre 7 h. 00 m. H.C. Ciel absolument dégagé de brume sauf sur Morges et sur Genève et le Jura.

A l'orient, la silhouette des Alpes vaudoises se détache sur un fond brillant formant une plage couleur fleur de pêcher intense, atteignant presque le zénith, se dégradant sur ses bords en orange et jaune clair et paraissant avoir comme centre le point où le soleil se lèvera. D'après un témoin oculaire le phénomène était déjà visible à 6 h. 45, quoique moins caractérisé.

A 7 h. 10, la nuance devient plus claire tirant sur l'or pâle. 7 h. 15, teinte or très pâle. A ce moment les brumes de l'occident se teintent en rose pâle, un peu de « morgenroth » persiste sur le contour des Alpes vaudoises. Le soleil se lève à 7 h. 40 sur Famelon. 5 novembre, même point d'observation. Le ciel est couvert sauf à l'E. où apparaît la silhouette des Alpes vaudoises sur un fond rougeoyant et au-dessus des pans de ciel couleur d'or jaune. 6 h. 45, la teinte devient fleur de pêcher intense partout et très vive. Les moutonnements inférieurs des nuages se teintent en rose. 6 h. 55, l'horizon s'embrume et l'observation devient impossible. Lever du soleil comme la veille. Le soir quelques gouttes de pluie. Le phénomène avait été observé par d'autres personnes le 3 et le 4 de Lausanne et de Vevey. Le 4, la réillumination ne le cédait en rien en beauté et en intensité à celle du mercredi soir 29 octobre.

M. Mercanton fait circuler ensuite des photographies et de beaux exemplaires de bombes volcaniques provenant des volcans éteints d'Auvergne.

M. le Dr **M. Lugeon** fait circuler un certain nombre d'échantillons de poussière volcanique de la Martinique.

M. **Paul Jaccard** présente quelques pieds de *Sarracenia purpurea* dans divers états de développement et contenant dans la partie inférieure de leurs tubes une quantité considérable de débris d'insectes complètement décomposés. Cette intéressante espèce provient de graines originaires des U. S. qui furent semées par M. **F. Cornu**, de Corsier, dans une des tourbières des Préalpes vaudoises. Elle y est maintenant complètement acclimatée.

SÉANCE DU 19 NOVEMBRE 1902.

Présidence de M. le Dr L. Pelet, président.

Le procès-verbal de la séance précédente est lu et adopté.

M. le président donne connaissance de la candidature de M. *Alfredo Mieforo* présenté par MM. Galli-Valerio et R. Reiss.

M. le Dr *L. Pelet* dépose un pli cacheté et prie le secrétaire d'en prendre soin jusqu'au moment où il en réclamera l'ouverture.

Communications scientifiques.

M. **Amstein** recherche les valeurs d'une intégrale définie *(Voir aux mémoires)*.

MM. **Georges Rœssinger** et **Stuart Jenkins** ont exploré cet été la *Zone des Cols* (bord sud des *Préalpes*) dans la vallée de la Lenk.

Parmi les terrains reconnus, les suivants présentent surtout de l'intérêt :

1º Des schistes et calcaires à céphalopodes que leur superposition au Malm fait sans doute *néocomiens* et qui contiennent aussi des bancs de calcaire spathique foncé, avec éponges siliceuses (pied de l'Ammertengrat.)

2º Des calcaires à curieux organismes de silex, qui affleurent au Metschstand et dont les échantillons présentés ont été reconnus par M. Lugeon pour les *couches de Wang !*

Fait inattendu, la brèche polygénique, dite du Niesen, a offert dans son ciment une Bélemnite très nette (remaniée ?) (torrent d'Unter-Flösch). Le Flysch du Niesen semble du reste passer ici au Lias supérieur !

La Zone des Cols présente en plusieurs points des plis. Au Bettelberg on constate un anticlinal avec un noyau de grès et calcaires du Lias inférieur, superposé à des schistes à Posidonomyes. Ce noyau a sa charnière *convexe vers le S-S-E*.

Un synclinal qui affecte les terrains du Trias au Dogger présente au flanc S-W du Metschstand, près du point 2109 (carte Siegfried), une charnière dont l'intersection avec le terrain est *concave à l' W*.

M. Rœssinger a ensuite attiré l'attention sur la portée théorique de ces observations.

Le Néocomien à Céphalopodes de la Lenk est intermédiaire au Néocomien littoral des Hautes-Alpes et au Néocomien pélagique des Préalpes. Avec les couches de Wang il indique donc très nettement une relation entre ces deux dernières grandes Zones géologiques.

Si l'âge secondaire du Flysch du Niesen venait à être démontré péremptoirement, ce fait aurait évidemment des conséquences importantes.

Quant aux dislocations de la Lenk elles sont si compliquées qu'il convient d'être prudent et d'attendre de plus amples recherches avant d'aborder leur explication générale.

M. **Henri Dufour** donne un résumé des expériences photométriques qu'il a faites sur l'action de vitres diverses sur l'éclairage des chambres. Les verres étudiés étaient les verres luxfer, diamant, dépoli, cathédrale, etc. Les mesures photométriques ont déterminé quelle était l'intensité relative de la lumière pénétrant dans une chambre par une fenêtre dépourvue de vitres ou garnie des divers verres. L'expérience montre que les verres diamant et luxfer font pénétrer dans la chambre une quantité de lumière plus grande que celle qui entrerait s'il n'y avait pas de verre ; ce fait en apparence paradoxal provient de ce que ces verres transforment les directions des rayons qui tombent sur eux et entre autres dirigent horizontalement dans la salle des rayons très obliques venant latéralement de haut en bas ; l'accroissement de luminosité peut être de 1,6 à 1,8 comparé à l'éclairement produit en l'absence de vitres, qui est pris comme unité.

L'effet favorable de ces verres est d'autant plus grand qu'on s'éloigne davantage de la fenêtre c'est-à-dire qu'ils font pénétrer de la lumière dans la profondeur de la chambre ; l'effet des verres est plus grand par un ciel nuageux ou à demi couvert que par un ciel pur, la luminosité du ciel bleu au zénith n'étant pas très élevée.

SÉANCE DU 3 DÉCEMBRE 1902.

Présidence de M. le Dr L. Pelet, président.

Le procès-verbal de la séance précédente est lu et adopté.

M. *A. Niceforo* est proclamé membre de la Société. Il est donné connaissance de la démission de M. *E. Bartholmess,* à Genève.

Communications scientifiques.

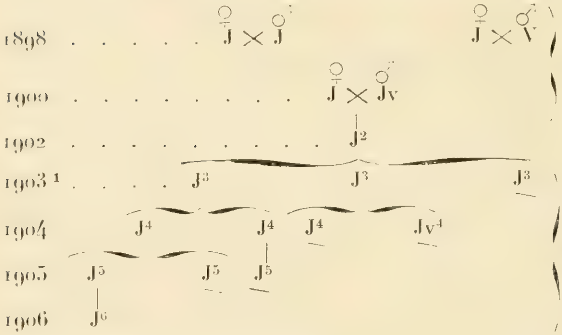
M. le prof. **H. Blanc** fait circuler une collection d'insectes indigènes et exotiques présentant de très beaux cas de mimétisme, ainsi qu'une série de modèles en cire exécutés par M. P. Murisier, représentant le cœur et ses vaisseaux dans la série des vertébrés.

M. **Martinet,** chef de l'Etablissement fédéral d'essais et de contrôle des semences à Lausanne, expose les résultats qu'il a obtenus avec ses essais de *sélection et de fécondation du trèfle.*

Cherchant à améliorer le trèfle cultivé ordinaire par voie de sélection, en vue d'obtenir une variété productive et résistante, il a soumis les plantes de choix à un égrenage méthodique. Il a constaté que la nuance plus ou moins foncée des graines de trèfle ne dépend pas du degré de maturation, comme on l'admet, mais que chaque plante fournit des graines d'une coloration uniforme et caractéristique. Il fallait reproduire ces plantes d'élite et vérifier si elles transmettaient bien leurs divers caractères de productivité et de coloration des graines.

Sur 560 pieds de trèfle provenant de graines de plantes d'élite, plantés en 1900, on en conserva 21 seulement pour la sélection ; les autres furent détruits. Mais pour éviter le métissage par les bourdons avec le pollen de plantes étrangères et de moindre valeur agricole, il a fallu, au moment de l'épanouissement des fleurs, isoler les 21 plantes sélectionnées au moyen d'une coiffe d'un tissu lâche. Une élimination rigoureuse des pieds ne possédant pas les caractères de la plante-mère, devait supprimer comme dans l'exemple ci-après tous les cas d'atavisme provenant de métissages antérieurs et amener une épuration et une fixation complètes de la variété.

Schéma d'un cas de sélection du trèfle.


1898 . . . . . . ♀ J × ♂ J
♀ J × ♂ V
1900 . . . . ♀ J × ♂ Jv
1902 . . . . J²
1903 [1] . . . . J³
J³
J³
1904
J⁴
J⁴
J⁴
Jv⁴
1905
J⁵
J⁵
J⁵
1906
J⁶

Fécondation libre.

Sélection.

Plantes protégées et fécondées artificiellement avec leur propre pollen.

J = plante à graines jaunes.
V = plante à graines violettes.
Jv = plante métisse à graines jaune-violacé.
Jv = plante éliminée dans la sélection.
♀ = organe femelle de la fleur ou pistil.
♂ = organe mâle de la fleur ou pollen.
J × V = plante à graines jaunes fécondée par le pollen d'une plante à graines violettes
J^2 = plante à graines jaunes fécondée par son propre pollen.
J^3 = plante fille de la précédente, fécondée par son propre pollen.
J^4 = » » » »
J^6 = plante souche de la sorte à graines jaunes bien épurée et bien fixée.

Les petits chiffres 2, 3, 4, 5 et 6, placés en exposants, expriment l'influence ou l'énergie cumulative ou potentielle de la qualité recherchée (ici graines jaunes) dans les diverses générations.

---

[1] Avant la sélection, les générations sont bisannuelles ; pour gagner du temps, les graines de sélection sont semées l'automne pour pouvoir trier et récolter la graine l'année suivante.

M. Martinet pensait pouvoir opérer la fécondation des plantes coiffées au moyen de bourdons qu'on aurait, au préalable, débarrassés du pollen qu'ils portaient et qu'on aurait introduits sous les coiffes, quitte à détruire encore, pour plus de garantie, les premières fleurs visitées. Tous les essais furent infructueux ; les bourdons introduits cherchaient à passer au travers des mailles du tissu sans vouloir butiner les fleurs.

Force fut donc d'avoir recours à la fécondation artificielle au moyen du pinceau. On put d'rbord constater le développement normal de l'ovule chez quelques fleurs fécondées ainsi. Le travail long et minutieux de fécondation au pinceau fut alors pratiqué sur chacune des plantes, à trois ou quatre reprises, au fur et à mesure de l'épanouissement des capitules. Un pinceau était réservé pour chacune des 21 plantes. Comme comparaison, on avait laissé trois plantes voisines non sélectionnées libres à la visite des bourdons, et deux autres plantes furent coiffées et laissées telles sans fécondation aucune.

A la récolte, on constata un nombre de 7730 graines en moyenne sur les plantes libres, de 90 sur les plantes isolées et fécondées au pinceau et de 12 graines en moyenne sur les plantes protégées et sans fécondation. La fécondation artificielle au pinceau avec le pollen de la même plante est donc peu efficace. Cette faible réussite peut être attribuée en premier lieu à l'inhabilité de l'opérateur qui ne peut agir d'une manière ni aussi délicate, ni aussi opportune que les visites répétées d'un insecte spécialement conformé. Il est possible, en outre, que le pollen de la même fleur ou de la même plante soit moins actif que le pollen étranger.

Les graines obtenues sur ces diverses plantes ont permis de vérifier les conditions d'hérédité du trèfle en ce qui concerne la nuance des graines. Des 26 plantes étudiées, 23 ont donné des graines d'une coloration semblable à la plante-mère, et 3 seulement ont produit des graines d'une nuance différente. Ces trois dernières plantes représentent les cas d'atavisme résultant de croisements antérieurs par du pollen de plantes à graines d'autre nuance. (Voir schéma plus haut.)

On peut donc admettre que la nuance des graines chez le trèfle est héréditaire si l'on prend les précautions voulues pour éviter tout croisement. Reste à voir si les autres caractères et spécialement la productivité se reproduisent aussi fidèlement. Dans le cas affirmatif, rien n'empêche d'espérer la création d'une ou plusieurs variétés méritantes de trèfle, que la coloration caractéristique et uniforme des graines permettrait de reconnaître au premier coup d'œil.

Le fait que les plantes protégées et non fécondées ont cependant donné des graines, est en contradiction avec un essai de Darwin avec le trèfle cultivé. Il est à constater que Darwin a obtenu des graines dans les mêmes conditions avec le trèfle blanc.

Dans notre expérience, la protection a été insuffisante contre la visite d'autres insectes et avant d'admettre l'autofécondation même faible chez le trèfle, des essais nouveaux et plus serrés sont nécessaires.

M. le Dr **Amann** fait une communication sur une *nouvelle application de la photographie.*

Il s'agit de l'emploi de la plaque ou du papier photographique, au moyen d'un appareil ad hoc, dans la *Colorimétrie* et la *Diaphanométrie.*

La méthode élaborée par l'auteur consiste à mesurer le noircissement de la plaque ou du papier sensible produit par la lumière après son passage au travers de deux cuves de forme prismatique-triangulaire identiques ; l'une remplie de liquide à doser, l'autre d'une solution type. Le problème de l'identification des intensités de la coloration, très difficile à résoudre dans le cas où les deux solutions présentent des différences de nuances, est ramené à la comparaison de la seule et unique teinte foncée, obtenue sur la plaque ou le papier photographique, ce qui élimine l'influence perturbatrice des différences de nuances.

Le procédé diaphanométrique correspondant consiste à comparer de la même manière des liquides troubles, tenant en suspension les précipités à doser. L'absorption des rayons chimiques est, dans ce cas, toutes autres choses égales d'ailleurs, proportionnelle à la masse du corps qui produit le trouble.

La méthode est susceptible de nombreuses applications en chimie physiologique, telles que : dosage de l'hémoglobine du sang (appareil de Gærtner), des albuminoïdes, etc., etc.

M. le Dr **R. Reiss** donne la démonstration photographique de l'absorption des rayons lumineux par les corps foncés.

M **F.-A. Forel** fait circuler de très beaux échantillons de bois fossile, trouvés dans les environs de Chambéry.

Enfin la Société a la bonne fortune de pouvoir admirer quelques superbes photographies présentées par M. *Vautier-Dufour*, et obtenues avec son *téléphot* perfectionné. M. Forel attire spécialement l'attention des assistants sur une photographie de mirage, prise depuis Villeneuve.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE DU 17 DÉCEMBRE 1902.

Présidence de M. le Dr L. Pelet, président,
puis de M. le Dr G. Krafft, vice-président.

Le procès-verbal de la séance précédente est lu et adopté.

Il est donné connaissance des candidatures suivantes :

M. le Dr *D. David*, directeur des Ecoles de Lausanne, présenté par MM. H. Dufour et L. Pelet.

M. *F. Cevey*, méd.-chirurgien, présenté par MM. L. Pelet et Galli-Valerio.

La bibliothèque a reçu de MM. F.-A. Forel, H. Dufour, E. Renevier un certain nombre de brochures scientifiques.

M. le Dr *L. Pelet* donne lecture du rapport présidentiel qui est vivement applaudi et adopté sans discussion.

L'entente suivante, intervenue entre la Direction de la Bibliothèque cantonale et la Société au sujet des abonnements supprimés, est ratifiée à l'unanimité :

1o La Société des sciences naturelles est autorisée à supprimer l'abonnement aux *Archiv für Naturgeschichte.*

2o La Société reprendra l'abonnement à la *Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie.*

3o La Société n'apportera aucune modification à la liste des abonnements existants qu'après entente avec la direction de la Bibliothèque cantonale, et sous réserve de l'adhésion du Département.

Election du Comité pour 1903.

Election du président. Bulletins délivrés 24, rentrés 23.

Est élu président M. le Dr *G. Krafft* par 18 voix. Obtiennent des voix : MM. C. Dutoit 2, F.-A. Forel 2, Bugnion 1.

Election du vice-président. Bulletins délivrés 28, rentrés 27.

Est élu vice-président M. le Dr *C. Dutoit* par 21 voix. Obtiennent des voix : MM. H. Blanc 3, Forel et Faes 1. 1 bulletin blanc.

Après l'inévitable discussion sur l'interprétation à donner à l'art. 8 des règlements, la Société conserve au comité le président sortant de charge et renvoie pour modification l'art. 8 au nouveau comité.

Election de deux membres assesseurs. — 1er *tour.* Bulletins délivrés 28, rentrés 28.

Est élu M. *C. Dusserre* par 20 voix. Obtiennent des voix : MM. Schenk 14, Galli-Valerio 11, Félix 4, Blanc 3, Forel, Bugnion, Pelet 1.

2e *tour.* (Majorité relative.) Délivrés 34, rentrés 34.

Est élu M. le Dr *A. Schenk* par 16 voix. Obtiennent des voix : MM. Galli-Valerio 11, Bugnion 2, Blanc, Lochmann, Renevier, Rosset 1.

Le comité est donc composé pour 1903 de MM. *G. Krafft, C. Dutoit, L. Pelet, C. Dusserre, A. Schenk.*

Election de deux commissaires-vérificateurs. Bulletins délivrés 32, rentrés 32.

Sont élus M. *F.-A. Forel* par 29 voix, et M. *J.-J. Lochmann* par 18. M. le Dr Barbey obtient 15 voix.

Le budget de 1903 est adopté sans modification.

La cotisation annuelle est maintenue à 10 fr. pour les membres lausannois et 8 fr. pour les membres forains.

On maintient également le *statu quo* pour les jours et heures des séances.

Communications scientifiques.

M. **S. Bieler**, directeur, présente à la société divers échantillons zoologiques appartenant au musée agricole.

1° Un dessin, en couleur, de l'*Okapi* qui se trouve au musée colonial de Tervueren, près Bruxelles. L'okapi se distingue par deux cornes comme celles de la girafe, couvertes de peau et de poils. L'encolure et le garrot sont moins développés que dans la girafe.

La chair de l'okapi est, paraît-il, très appréciée par les indigènes de la partie du Congo belge (N-E) où se trouvent les troupes de ce gibier et on aurait lieu de craindre que des chasses destructives ne fassent disparaître cet animal à peine découvert, aussi le gouvernement du Congo a-t-il interdit de tuer l'okapi, sauf pour les études d'histoire naturelle.

2° Un crâne de veau hydrocéphale dont le tour est de 73 centimètres.

3° Un crâne de veau avec prognathisme très accentué. Les os naseaux sont fort peu développés. Cette anomalie n'est pas fréquente chez nous et comme elle ne constitue pas une qualité avantageuse pour la vie de l'animal on ne cherche pas à la développer. — Au contraire, dans l'Amérique méridionale, elle paraît beaucoup plus fréquente et la proportion des animaux niatos est assez accentuée. Comme le confirme du reste M. le Dr Machon.

4° Un crâne de mouton de la petite race des Alpes grisonnes, dite de *Nalps*. Rütimeyer a distingué parmi les restes d'ossements des palafittes la présence de crânes d'un mouton de petite taille qu'il a désigné sous le nom de *ovis palustris*, caractérisé par les chevilles osseuses des cornes, minces et écartées à la base.

Plus tard, Rütimeyer a constaté que la petite race de moutons des Alpes grisonnes qui se trouve au Heinzenberg présente le même caractère et serait probablement parente ou descendante de l'*ovis palustris*, et il l'a appelée Race de Nalps du nom de l'alpe où il a découvert cette petite race dont M. Bieler montre un crâne à la société.

Un crâne de mouton de Tripoli qui se trouve au Musée agricole présente des caractères assez analogues et il semblerait qu'il y ait parenté.

M. **B. Galli-Valério** et Mme **Rochaz** : *La distribution des anopheles dans le canton du Valais en relation avec des anciens foyers de malaria.*

Les auteurs exposent les renseignements de Lombard sur les anciens foyers de malaria du Valais et y ajoutent les résultats d'une enquête faite par eux auprès des médecins du Valais. Ils donnent ensuite une description de la distribution des marécages du Bouveret à Brigue et exposent le résultat de leurs recherches sur les anopheles qu'ils ont trouvés (A. maculipennis et A. bifurcatus) partout, jusqu'à 1052 m. à Champéry. De l'enquête des auteurs il résulte que la malaria aurait disparu du Valais depuis dix ans environ. Peut-être il y a encore quelques cas larvés. Les causes de la disparition sont probablement : diminution des marécages et par conséquent diminution des anopheles, traitement par la quinine, améliorations hygiéniques. Quant à la possibilité que ces foyers puissent rentrer en activité, les auteurs ne peuvent pas se prononcer d'une façon absolue, mais par comparaison avec des cas analogues observés en Italie, ils n'y croient pas.

M. le Dr **Machon**. *Les pierres à mortiers de la République argentine.*

Lors même que personne ne doute plus aujourd'hui de l'origine asiatique des diverses races indigènes du continent américain, toutes les nouvelles découvertes qui viennent confirmer cette théorie n'en sont que plus intéressantes.

Dans leurs longues migrations du nord au sud, les premiers habitants de l'Amérique ont semé sur leur passage, non seulement des débris de leur industrie, des ustensiles et des armes pareilles à celles dont usaient leurs ancètres des hauts plateaux de l'Asie, mais ils ont laissé aussi d'autres traces plus évidentes de leur passage, des preuves plus convaincantes encore de leur lointaine origine.

Parmi ces dernières, nous avons les « pierres » dites « à écuelles », que l'on retrouve dans toute l'Amérique et qui rappellent beaucoup celles de l'Europe qui ont été si bien décrites par le prof. Edouard Desor dans un petit opuscule que ce regretté savant publia en 1878[1]

Lorsque les écuelles sont profondes, elles méritent le nom de « mortiers ».

Au Brésil et dans la République Argentine, on a signalé la présence de « pierres à mortiers », remarquables non seulement par le nombre des excavations et leur disposition symétrique, mais aussi par l'uniformité de leurs dimensions.

En 1895, pendant un court séjour que M. Machon fit dans les montagnes de Cordoba, dans la République argentine, il eut la chance de découvrir à Capilla del Monte, au milieu des broussailles et à l'intersection de deux petites rivières, une de ces pierres remarquables dont il présente la photographie.

Il s'agit ici d'un bloc de granit de 1m90 de longueur sur 1m50 de largeur, à moitié enfoui dans le sol. Sur sa face supérieure on voit, creusés perpendiculairement, six mortiers dont le diamètre oscille entre 20 et 21 centimètres et la profondeur entre 22 et 27 centimètres.

Les habitants de la contrée, interrogés à ce sujet, ont affirmé qu'ils connaissaient d'autres pierres analogues, mais ils n'ont rien su dire relativement à leur origine, si ce n'est qu'elles étaient certainement l'œuvre d'Indiens qui avaient vécu à une époque très reculée. Mais ce qui ajoute à l'importance de cette trouvaille, c'est que dans son voisinage immédiat, sur une superficie de rochers dénudés de plus de 150 mètres carrés, l'auteur a découvert, creusés dans le granit, vingt-huit mortiers, la plupart présentant une profondeur égale à ceux cités plus haut, tandis que d'autres sont à moitié forés et d'autres à peine ébauchés — mais tous présentant le même diamètre. Par leur vue d'ensemble, leur disposition en séries plus ou moins symétriques, ils rappellent d'une manière frappante les rochers garnis d'écuelles de Chandeshwar dans les montagnes de Kamaon, dans l'Inde anglaise, qui ont été si bien décrites par M. Rivett-Carnac [1].

---

[1] *Les Pierres à écuelles*, par E. Desor. Genève, 1878.

Dans les environs de la pierre et des rochers à mortiers de Capilla del Monte, M. le Dr Machon a trouvé également quelques fragments d'anciennes poteries et des traces de feu, dans des sortes de grottes creusées par l'action érosive des eaux et les intempéries dans d'énormes blocs erratiques de granit de consistance variable.

Il est plus que probable que, de même que dans le Vieux-Monde, les pierres à mortiers comme les pierres à écuelles ont joué un certain rôle dans les cérémonies religieuses des premiers habitants de l'Amérique.

L'auteur signale en terminant le fait que parmi les objets préhistoriques qu'il a rapportés de Patagonie en 1892 existent plusieurs pilons en pierre, très bien travaillés et dont les dimensions correspondent à celles des mortiers qu'il vient de décrire.

M. le Dr **H. Faes** présente un nid de la Mégachile du rosier.

SÉANCE DU 7 JANVIER 1903.

Présidence de M. le Dr G. Krafft, président.

Le procès-verbal de l'assemblée générale est lu et adopté.

M. le président remercie tout d'abord la société de la confiance qu'elle a bien voulu lui témoigner en l'appelant à la présidence et rappelle ensuite la mémoire de *Charles Dufour*, notre regretté membre associé-émérite. L'assemblée se lève en signe de deuil.

M. le prof. *Forel* montre le très grand intérêt que portait Charles Dufour à la Société vaudoise des sciences naturelles dans laquelle il voyait une force puissante de réaction contre la tendance de plus en générale à une spécialisation exagérée dans le travail scientifique.

Le comité fait part de la candidature de M. le Dr *C. Strzyzowski*, professeur, présenté par MM. Galli-Valerio et E. Chuard, ainsi que de la démission de MM. *H. Golay*, forestier, et *H. Dürr*, professeur.

MM. *Ch. David* et *F. Cevey* sont proclamés membres de la Société.

---

[1] Rivett-Carnac, *On some ancient sculpturings on rocks in Kamaon, similar to those found on monoliths and rocks in Europe.* 1877.

2

Communications scientifiques.

M. **Auguste Forel** parle de la faune myrmécologique des noyers du canton de Vaud. *(Voir aux Mémoires.)*

M. le Dr **Amann** présente à la société le nouveau *réfractomètre à immersion* de la maison Zeiss, à Iéna.

La détermination des indices de réfraction des liquides se fait, au moyen de cet appareil, aussi rapidement et aussi simplement que celle de la température par le thermomètre, ou de la densité par l'aréomètre.

Une disposition spéciale permet d'employer au besoin une seule goutte de liquide.

L'exactitude obtenue est très grande; l'instrument donne l'indice avec cinq décimales exactes.

M. Amann montre quels services ce réfractomètre peut rendre dans les laboratoires de chimie, pour la préparation des liqueurs titrées, pour le dosage des liquides alcooliques, du sucre, etc., etc. Il expose une méthode spéciale qu'il a élaborée et qui permet de déterminer rapidement et très exactement, au moyen du réfractomètre, le degré de concentration des liquides de l'organisme, celle du sang en particulier.

Cette dernière détermination est, on le sait, du plus haut intérêt pour la physiologie et la pathologie; elle se fait très rapidement par la méthode de M. Amann, qui ne nécessite qu'une seule gouttelette de sang qu'il est toujours facile de se procurer.

Les résultats obtenus offrent une exactitude supérieure à ceux fournis par la cryoscopie ou le poids spécifique.

M. Amann montre par quelques exemples toute l'importance que peuvent avoir ces recherches pour éclairer le diagnostic dans certains cas pathologiques.

M. **F.-A. Forel** signale la réapparition des feux crépusculaires.

SÉANCE DU 21 JANVIER 1903.

Présidence de M. le Dr G. Krafft, président.

Le procès-verbal de l'assemblée précédente est lu et adopté.

M. le Dr *Strzygowski* est proclamé membre de la Société. Il est donné connaissance de la lettre de candidature de M. *Albert Pfaehler*, pharmacien, présenté par MM. Wilczek et J. Amann.

Communications scientifiques.

M. le Dr **A. Schenk** fait une communication sur les squelettes préhistoriques de Chamblandes au point de vue anthropologique. *(Voir les Bulletins de la Société vaudoise des sciences naturelles : septembre 1902, mars 1903 et suivant.)*

M. **A. Borgeaud,** directeur des abattoirs de Lausanne, communique les résultats de ses recherches sur l'*emploi des sérums précipitants pour la détermination de l'origine des viandes.*

Lorsqu'on inocule à un animal d'expérience, un lapin par exemple, du sang défibriné d'une autre espèce, le cheval, et qu'on répète ces inoculations tous les deux jours pendant un certain temps, le sérum du lapin acquiert la propriété spécifique de troubler, puis de produire un précipité au sein des solutions de sang de cheval, tandis qu'il est indifférent vis-à-vis des solutions de sang d'autres espèces, telles que le bœuf, le porc, le mouton, le chien, le rat, etc. D'une façon générale, on peut dire que le sérum d'une espèce A préparée par des injections de sang d'une espèce B a la propriété spécifique de précipiter les solutions de sang de l'espèce B, mais seulement celles-là. On donne à ce sérum le nom de sérum précipitant. Ces faits, connus depuis les travaux de Belfanti et Carbone et surtout de Bordet et d'autres, travaux parus en 1898, n'ont guère été utilisés pratiquement que depuis l'année dernière. Uhlenhut a démontré qu'au moyen de cette réaction, on pouvait déterminer l'origine de traces de sang rencontrées sur des habits, des meubles, planchers, etc. L'idée de rechercher si elle était applicable à la détermination de l'origine des viandes devait naturellement se présenter à l'esprit et quelques recherches ont déjà été faites en Allemagne, en particulier par Jess et par Nötel. M. Borgeaud a fait de très nombreuses expériences pour se rendre compte si la réaction est utilisable pour déceler la présence de la viande de cheval. Auparavant, il fallait s'assurer toutefois si le sérum d'animaux non préparés possédait quelquefois des propriétés précipitantes. Dans plus de cent expériences exécutées en faisant agir successivement du sérum de cheval, bœuf, mouton, porc, chien, lapin, sur des extraits de viande des mêmes espèces, il s'est assuré que ces extraits n'étaient pas précipités.

Il en est tout autrement si l'on emploie le sérum d'un animal préparé par des injections de sang de cheval; celui-ci (sérum lapin-cheval) provoque presque instantanément, dans les extraits de sang ou de viande du cheval, un trouble qui se transforme bientôt en un véritable précipité. La réaction est surtout nette si l'on fait glisser le sérum le long des parois de l'éprouvette de façon qu'il ne se mélange pas avec l'extrait. Au point de contact des deux liquides, il se forme un trouble caractéristique. La réaction se produit déjà à froid, mais il est préférable toutefois de placer les tubes dans le bain-marie à 30°.

Le sérum lapin-cheval laisse clairs les extraits de viande de bœuf, porc, mouton, lapin, rat.

Ce n'est pas du reste seulement avec les extraits de sang ou de viande de cheval que la réaction se produit. M. Borgeaud a démontré que les extraits de foie, rate, poumon, graisse de cheval sont précipités. On pouvait admettre que c'est grâce au contenu en sang de ces tissus que la réaction se produit. Mais les extraits faits avec la corne du sabot de cheval sont également précipités et dans deux cas des extraits préparés avec des poils l'ont aussi été.

Ces extraits doivent être préparés à froid dans la solution physiologique de chlorure de natrium à 7 °/oo dans la proportion de un gramme de viande pour 100 de solution physiologique. On laisse macérer quelques heures puis on filtre à travers un triple filtre de papier. Il est indispensable que les solutions soient très claires. Il est indispensable aussi de toujours garder des tubes témoins à côté des tubes auxquels on a ajouté le sérum.

Le sérum lapin-cheval garde ses propriétés précipitantes même lorsqu'il est chauffé à 65°-68°, soit jusqu'au moment où il se gélatinise. D'autre part, on peut chauffer les extraits de tissus jusqu'à 70° et ils sont encore précipités.

Cette méthode peut parfaitement être utilisée pour l'analyse de saucisses non cuites. Il faut seulement se mettre en garde contre certaines causes d'erreurs; par exemple, la présence de graisses rances suffit quelquefois pour produire un trouble lorsqu'on chauffe les extraits préparés avec des saucisses, mais comme il se produit également dans les tubes témoins, il suffit de recommencer l'opération après avoir chauffé l'extrait de saucisse jusqu'à environ 50° pendant dix minutes; on obtient alors un extrait qui ne précipite plus à moins que la saucisse contienne de la viande de cheval. Appliquée à l'analyse d'environ cinquante échantillons de diverses saucisses, la réaction a permis de déceler dans cinq d'entre elles la présence de la viande de cheval. Cette question des sérums soulève du reste quantité de problèmes qui rendent nécessaire une étude plus complète de ces corps et de leur analogie avec les sérums hémolytiques. M. Borgeaud poursuivra ses recherches.

M. le prof. **Pelet** résume ses conclusions en ce qui concerne l'emploi des *calorifères à feu continu ou inextinguibles.* Après avoir défini ces appareils, il donne les normes servant à apprécier leur valeur pratique et termine en indiquant les valeurs obtenues par l'examen d'un certain nombre de types d'appareils.

SÉANCE DU 4 FÉVRIER 1903.

Présidence de M. le D^r G. KRAFFT, président.

Le procès-verbal de la séance précédente est lu et adopté.

M. *A. Pfaehler* est proclamé membre de la Société.

Communications scientifiques.

M. **F. Corboz.** *Contributions à la Flore d'Aclens.*

Ensuite de ses dernières recherches et de la détermination d'espèces récoltées depuis quelques années déjà, par le moyen de deux ouvrages spéciaux — les *Maladies des plantes agricoles,* de M. Prillieux, Paris, 1895, et le *Hilfsbuch für das Sammeln parasitischer Pilze,* du Dr Lindau, Berlin, 1901 — l'auteur présente une nouvelle liste d'espèces à ajouter à celles qui ont déjà paru depuis 1887 à 1900 à diverses reprises.

Ce sont en majeure partie les Cryptogames qui ont retenu son attention, car tandis que les Phanérogames sont seulement au nombre de 10, les premières comptent 75 espèces, surtout des maladies des plantes cultivées. En ajoutant ces 85 espèces nouvelles aux anciennes, on arrive au total de 917 Phanérogames et 879 Cryptogames, soit en tout 1796 espèces, pour un territoire exploré comprenant environ 4 kilomètres carrés de superficie, à une altitude moyenne de 460 mètres. C'est déjà considérable et cependant les Cryptogames surtout sont loin d'être toutes découvertes, leur nombre dépasserait certainement de beaucoup celui des Phanérogames, si l'on pouvait arriver à les connaître toutes.

M. **F.-A. Forel** étudie la question posée récemment par M. le professeur Kilian, de Grenoble, qui lui a donné une réponse positive : les glaciers vont-ils disparaître ? Se basant sur les observations modernes et anciennes des glaciers qui n'exigent pas des conclusions dans le sens d'une diminution continue des surfaces enneigées, sur les notions théoriques de la variation des glaciers, sur les études classiques de la variation du climat, (Louis Dufour, 1870, Ed. Brückner, 1890), se basant surtout sur le fait que depuis l'époque antéhistorique des palafitteurs, la faune et la flore n'ont pas sensiblement varié, ce qui implique une constance générale du climat, M. Forel ne voit pas de raisons suffisantes pour admettre la disparition prochaine des glaciers ; il croit au contraire qu'à la phase actuelle de décrue succédera plus ou moins prochainement une nouvelle phase de crue.

Dans cet ordre de faits, M. Forel signale une tendance à l'allongement qui se serait manifestée dans l'année 1902 chez quelques glaciers des Alpes valaisannes, vaudoises et bernoises.

M. le docteur **Machon** fait circuler une photographie prise à Rosario (République Argentine) et représentant une *nuée de sauterelles* en train de passer au-dessus du fleuve Parana, qui, à cet endroit, présente une largeur de près de 40 kilomètres. M. Machon montre ensuite un exemplaire d'une espèce de sauterelle heureusement rare, et provenant de la province de San-Juan (République Argentine). Cet acridien, *Tropidacris cristata* L., a été décrit pour la première fois en 1748 par Linné et se rencontre au Brésil, au Paraguay et dans le Chaco. Il a fait quelquefois son apparition dans les provinces andines de Mendoza, de San Juan et de Catamarca. Cette sauterelle géante atteint une longueur de 10 à 12 $^1/_2$ centimètres, tandis que la sauterelle commune de la République Argentine *(Stauronotus masoceanus)* ne mesure généralement que quatre centimètres et le criquet d'Algérie *(Locusta viridissima)* cinq centimètres. Sa couleur est marron foncé, tandis que celle de l'espèce commune est vert émeraude, avec une ligne roussâtre sur le corselet.

Le *Tropidacris cristata* est excessivement vorace, et, lorsqu'il voyage sous forme de petites nuées, là où il s'arrête il détruit en un clin d'œil toute la végétation.

Les habitants de ces régions disent qu'il est fréquemment attaqué par un parasite qui, pénétrant dans le corps de l'animal entre la tête et le corselet, l'évide petit à petit. Si cela est véridique, ce serait le même phénomène que M. le prof. Aug. Forel a observé, dans la Colombie, chez une espèce de fourmi dont il a parlé dans l'une des précédentes séances de la Société des sciences naturelles.

SÉANCE DU 18 FÉVRIER 1903.

Présidence de M. le Dr G. KRAFFT, président,

Le procès-verbal de la séance précédente est lu et adopté.

Les candidatures suivantes sont parvenues au comité : M. *Filsinger*, ingénieur, présenté par MM. Vionnet et P. Mercanton.

M. *François Pittet*, horticulteur, présenté par MM. C. Dutoit et A. Schenk.

M. le président donne lecture de l'adresse qui sera envoyée à M. le professeur Hagenbach-Bischoff, de Bâle, à l'occasion de son 70e anniversaire.

Communications scientifiques.

M. le **Dr H. Faes** présente les résultats qu'il a obtenus par *l'emploi de l'acide prussique gazeux dans la lutte contre les insectes. (Voir aux mémoires.)*

M. **Bruno Galli-Valerio** rend compte de quelques travaux relatifs aux moustiques. Les uns se rapportent aux recherches faites à la New-Jersey par Smith sur *Culex sollicitans*, etc.; les autres à celles des médecins américains sur la prophylaxie de la fièvre jaune à Cuba; et enfin d'autres ont précédé des publications faites par M. Galli-Valerio, avec Mme J. Rochaz, sur la biologie des Culicidés, dans *Centralblatt für Bakteriologie* et dans les actes de la Société italienne pour les études sur la malaria.

M. le **Dr Machon** fait don à la bibliothèque de la Société d'une brochure relative au *mammifère mystérieux* de la Patagonie — *El mamifero misterioso de la Patagonie — Grypotherium domesticum* — par MM. Rodolfo Hauthal, Santiago, Roth et Robert Lehmann-Nitsche, du musée de la Plata, 1899.

On se rappelle qu'il y a quelques années, beaucoup de journaux scientifiques d'Europe ont parlé de l'existence vraisemblable d'un grand quadrupède, dernier reste d'une faune disparue, et que l'on aurait retrouvé en Patagonie. Toutes les conjectures étaient basées sur le fait, que plusieurs voyageurs avaient rapporté, d'une immense grotte située à l'extrémité australe de l'Amérique du Sud, sur la côte du Pacifique, des fragments de peau relativement fraîche et encore pourvue de poils provenant d'un animal gigantesque inconnu. On vit alors jusqu'à un lord anglais, sir Cavendish, qui s'intéressa dans les déserts patagoniens à la recherche de l'animal mystérieux.

Il est aujourd'hui avéré que ce mammifère, le *Grypotherium domesticum*, n'existe plus à l'état vivant, mais qu'il était contemporain de l'homme des cavernes, qui savait s'en emparer, le gardait en captivité, le nourrissait de végétaux divers et mangeait sa chair.

Dans la caverne du fiord Ultima esperanza, M. Hauthal a retrouvé les restes de plusieurs de ces animaux, dont les crânes montraient qu'ils avaient été assommés à coups de pierres. Les fragments de peau qui ont donné lieu à la légende de l'existence actuelle de ce mégathéride, qui était grand comme un rhinocéros, sont aussi bien conservés que les peaux de mammouth retrouvées dans les glaces sibériennes.

M. Hauthal a rapporté également quantité d'excréments du dit animal — qui brûlent avec la plus grande facilité. Dans la même grotte se trouvaient aussi des ossements appartenant à toute une série d'animaux inconnus, entre autres un cheval fossile, puis un grand félin, le « Jemish Listaï », dont les Indiens parlent dans leurs légendes. C'est très probablement à cet animal qu'est dû le nom du Nahuel-Luapi (Lac du Tigre).

Enfin, au milieu de tous ces ossements, des restes humains, des traces de feu et des débris de l'industrie des premiers habitants du continent américain.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE DU 4 MARS 1903.

Présidence de M. le D^r^ G. Krafft, président.

Le procès-verbal de la séance précédente est lu et adopté.

M. le *prof. F.-A. Forel* donne quelques détails sur le jubilé de M. le Prof. Hagenbach-Bischoff, de Bâle. M. le président donne lecture d'une lettre de remerciements de ce dernier.

MM. *Filsinger* et *F. Pittet* sont proclamés membres de la Société.

Le comité soumet à l'assemblée le projet de rédaction suivant pour les articles de règlement qui lui avaient été renvoyés pour être modifiés :

ART. 7. *Le comité est composé de cinq membres : le président, le vice-président et trois assesseurs.*

ART. 8. *Le président est nommé pour une année; il n'est pas immédiatement rééligible en cette qualité. Le président sortant de charge devient vice-président l'année suivante.*

Les assesseurs sont nommés pour trois ans.

L'art. 7 est mis en discusssion.

M. *Forel* propose qu'on ajoute : *nommés au scrutin secret par l'assemblée de décembre.*

Cet amendement est accepté et l'article amendé adopté à l'unanimité.

On discute ensuite l'innovation de principe apportée par le comité à l'art. 8.

M. *Amann* demande au comité les motifs qui l'ont engagé à faire du président sortant de charge un vice-président.

M. *le président* répond que de cette façon on conserve au comité un membre au courant des affaires, ce qui sera très précieux pour le président en fonctions. Ce mode de procéder a donné d'excellents résultats à l'Université, où le recteur sortant de charge devient pro-recteur.

M. *Pelet* ajoute que de cette façon on garde le président au comité, tout en évitant l'ambiguïté de l'article actuellement en vigueur.

M. *Amann* ne peut se ranger à cette manière de voir; il considère la vice-présidence comme un stage à la présidence et admet que le président sortant de charge reste une année encore au comité, mais comme membre assesseur. M. Amann dépose, dans ce sens, une nouvelle rédaction de l'art. 8.

M. *Pelet* combat la proposition de M. Ammann, qui créerait les mêmes difficultés d'interprétation que l'article actuel en établissant deux catégories de membres assesseurs.

M. *Amann* maintient sa proposition, qui est combattue par MM. *Rosset*, *Borgeaud*, *Lugeon*, *P. Jaccard.*

On vote sur le principe de l'art. 8.

La proposition du comité est acceptée par 12 voix, contre 7 qui vont à la proposition de M. Amann.

L'article lui-même est mis en discussion.

M. *Forel* demande la suppression de *en cette qualité* dans le premier alinéa. Adopté.

M. *Rosset* propose d'ajouter à l'article : *Les assesseurs ne sont pas immédiatement rééligibles en cette qualité.*

M. *Forel* demande la suppression des trois derniers mots de l'amendement précédent.

M. *Rey* préfère qu'on ajoute : *aucun membre du Comité ne peut en faire partie pendant plus de cinq années.*

M. *Pelet* s'oppose à ces amendements, qui surchargent l'article sans nécessité.

M. *Rosset* maintient sa proposition.

M. *Landry* demande le renvoi de l'article au comité pour nouvelle étude.

Cette proposition n'étant pas appuyée, on passe aux votations.

Le sous-amendement de M. Forel est rejeté.

L'amendement de M. Rosset est adopté sans opposition.

La rédaction de l'art. 8 présentée par le comité et amendée par MM. Forel et Rosset est adoptée à l'unanimité.

La rédaction définitive des deux articles est donc la suivante :

ART. 7. *Le comité est composé de cinq membres ; le président, le vice-président et trois assesseurs nommés au scrutin secret par l'assemblée générale de décembre.*

ART. 8. *Le président est nommé pour une année, il n'est pas immédiatement rééligible.*

Le président sortant de charge devient vice-président l'année suivante.

Les assesseurs sont nommés pour trois ans ; ils ne sont pas immédiatement rééligibles en cette qualité.

M. *le Dr P. Jaccard* présente le rapport des commissaires vérificateurs, dont les conclusions sont adoptées sans discussion. *(Voir aux mémoires.)*

M. *P. Jaccard* remet à la Société, de la part de M. le professeur *E. Wilczek*, un diplôme de la Société helvétique des sciences naturelles décerné en 1832 au pharmacien Blanchet et signé de Aug. Pyrame-de Candolle.

Communications scientifiques.

M. le **Dr M. Lugeon** parle de la *géologie de la Haute-Tatra. (Voir aux mémoires.)*

M. **F.-A. Forel**. *Sur les poussières éoliennes du 22 février 1903.* Le phénomène a présenté trois manifestations simultanées :

a) Une élévation anormale de la température aérienne constatée partout dans l'Europe centrale et occidentale. A Lausanne, cette journée du 22 février a eu une température moyenne supérieure à 10°, tandis que normalement la date de la première journée *tiède* du printemps est le 26 mars. Partout on a décrit cette journée comme ayant eu *föhnwetter.*

b) Un nuage poussiéreux, sec, de couleur jaunâtre ou rougeâtre, éteignant les rayons du soleil, desséchant, donnant l'impression d'étouffement, d'odeur soufrée d'après certains témoins, qui sont du reste formellement démentis par d'autres.

c) Une chute de poussières qui s'attachaient aux solides (aux aiguilles de sapin dans le Jura), en les salissant d'une couche boueuse qui pouvait atteindre jusqu'à demi-millimètre d'épaisseur. Cette boue est formée par une poussière minérale, très subtile, impalpable, de couleur saumon (couleur brique pilée, couleur *terra-cotta* des Italiens). Les grains mesurent de 1 à 10 ou 20 millièmes de millimètre de diamètre. Ils sont formés essentiellement de calcite et de quartz, de limonite et d'hématite, et de toutes espèces de minéraux, puis de débris organiques, de diatomées, etc. Ce ne sont pas des poussières volcaniques ; on peut les désigner sous le nom de poussières discotiques.

Le phénomène a été observé en Suisse, entre autres : à Clarens (Bührer), à Château-d'Œx (Mlle G.), à Vallorbe (Glardon), à la Vallée de Joux (S. Aubert), à Ste Croix (O. Campiche, Rittener, L.-Ph. Mermod), aux Verrières (Mme F.), au Locle (A. Borel-Courvoisier), à Couvet (T. Chopard), à Travers (E. Béguin), à Boudry (X), à Chaumont sur Neuchâtel (divers), à Evilard (Müller), à Bienne (Christen), à Courtelary (Geiser), à Malleray, près Tavannes, à Boniswyl et à Rothrist, Argovie, à Fehraltorf, Zurich, à Heiden, à Rorschach. En dehors de la Suisse : dans toute l'Allemagne du Sud et de l'Ouest, de la Haute-Autriche et la Silésie, jusqu'au Rhin et en Hollande ; en France, à Paris (Cellérier) et au Havre (Wanner), dans le sud-ouest de l'Angleterre et dans le Pays de Galles. D'après la carte météorologique des 2 et 22 février, la poussière a été apportée par un vent du sud et du sud-ouest.

En résumé, c'est un sable éolien, de caractère banal, d'origine campagnarde ou désertique, de provenance probable d'Espagne, du Maroc ou du Sahara occidental.

MM. **C. Dusserre & Th. Bieler**. *Recherches sur le pouvoir absorbant des terres arables.* Les terres arables jouissent de la propriété de fixer, c'est-à-dire d'insolubiliser certains composants des engrais. Tel est le cas, par exemple, de l'acide phosphorique soluble dans l'eau, du superphosphate qui, incorporé au sol, y redevient insoluble au bout de peu de temps; au contact du carbonate et de l'humate de chaux, de l'oxyde de fer et de l'alumine que la terre contient toujours en certaine abondance, cet acide phosphorique forme des combinaisons insolubles (phosphate tricalcique, phosphate de fer ou d'alumine). Il en est de même pour les sels potassiques (chlorure, sulfate ou carbonate), les sels ammoniacaux (sulfate), employés fréquemment comme engrais des terres. La potasse, l'ammoniaque prennent la place de la magnésie, de la chaux des silicates déjà altérés que le sol renferme toujours et deviennent insolubles; la magnésie et surtout la chaux du silicate s'unissent à l'acide du sel ajouté. Si l'on a incorporé par exemple au sol du chlorure de potassium, la potasse de celui-ci entrera donc en combinaison peu soluble avec les silicates du sol et il se formera du chlorure de calcium; ce dernier sel, nuisible à la végétation, est éliminé par les eaux de drainage.

Les nitrates, par contre, ne sont pas fixés par le sol et se trouvent à l'état dissous dans l'eau qui l'imprègne.

MM. C. Dusserre et Th. Bieler ont procédé à quelques essais de laboratoire pour déterminer à quelle profondeur pourrait atteindre de l'acide phosphorique, de la potasse sous forme soluble répandus à la surface d'un sol, cela pour des terres de natures différentes.

La terre, tamisée et bien mélangée, a été disposée par couches séparées par des rondelles de papier à filtrer, puis arrosée avec une solution de titre déterminé de phosphate monocalcique (extrait de superphosphate) ou de chlorure de potassium; elle a été lavée ensuite par une quantité suffisante d'eau pure, pour entraîner tous les composés non fixés par le sol. Une ouverture à la partie inférieure du bocal permettait de recueillir l'eau d'écoulement. L'analyse chimique des diverses couches a permis de déterminer quelles étaient les quantités d'acide phosphorique, de potasse, insolubilisées et retenues par la terre.

Ces essais ont montré que, dans les terres ordinaires (terre argilo-sablonneuse de la molasse grise, terre argilo-calcaire, riche en oxyde de fer, de la molasse rouge de Vevey), l'acide phosphorique et la potasse ajoutés sous forme soluble ne pénétraient qu'à une faible profondeur dans le sol; ils sont absorbés et insolubilisés par la terre, en quantité d'autant plus forte que la solution est plus concentrée. La couche supérieure en a donc retenu le plus et la proportion est allée en décroissant jusqu'à la VII^e^ couche, soit à une profondeur de 10-11 cm.; à partir de ce point, la solution est si étendue que la terre n'est plus à même d'en absorber; la petite quantité d'acide phosphorique ou de potasse encore contenue se retrouve dans l'eau de drainage.

La terre tourbeuse de nos marais ne possède pas un pouvoir absorbant aussi considérable; l'acide phosphorique et la potasse solubles pénétrèrent à une plus grande profondeur (environ 20 cm. dans les expériences), le pouvoir absorbant de chaque couche étant moindre, par suite des faibles proportions de chaux, d'oxydes de fer et d'alumine, de silicates susceptibles d'entrer en combinaison.

L'acide phosphorique se combine surtout à l'oxyde de fer et à l'alumine, en proportion moindre avec la chaux, alors même que la terre contient une notable proportion de carbonate de chaux. Les phosphates de fer et d'alumine sont moins facilement attaquables par les dissolvants du sol que le phosphate de chaux.

Ces essais confirment le fait que les fertilisants solubles comme l'acide phosphorique, la potasse, l'ammoniaque, répandus simplement à la surface du sol, ne sont entraînés par l'eau de pluie qu'à une faible profondeur ; la terre s'en empare, les transforme en peu de temps en composés insolubles et les retient donc à la surface. Si l'on veut incorporer ces fertilisants à toute la couche arable, il faut les mélanger et les enfouir par le labour. Cela du moins pour les terres de composition normale.

Ayant eu à examiner un hybride d'*Amygdalus communis et persica* de provenance valaisanne, M. **P. Perriraz** a pu constater les caractères suivants.

La nervure foliaire principale est rouge comme dans le pêcher; la feuille, un peu plus allongée, présente sur ses bords des dents dont les sinus sont plus accentués et pourvus des caractères des deux espèces précitées. Le noyau, au lieu de posséder les sinuosités caractéristiques de l'*Amygdalus persica,* ne se trouvait sillonné que par des fissures peu profondes.

Au point de vue anatomique, cet hybride présente les caractères intermédiaires des deux espèces-mères. C'est ainsi que le tissu fibro-vasculaire du pétiole tient le milieu quant au nombre et à la grosseur des faisceaux. La cuticule épidermique offre une forme de passage dans le bombement des cellules. Serait-ce peut-être un fait à l'appui des nouvelles théories? C'est ce que des expériences et recherches futures montreront.

Dans différentes excursions botaniques, M. Perriraz a recueilli des monstruosités quelque peu intéressantes. A part des fasciations de *Prunus Spinosa* L., *Cheiranthus Cheiri* L., *Brunella grandiflora* Jacq., *Stachys annua* L. se trouvent assez fréquemment des diaphyses de *Daucus Carotta* L. Chez les graminées, l'auteur a pu constater un développement anormal de l'axe floral, qui devient axe principal et porte des fleurs complètes en nombre plus ou moins grand; cela s'est trouvé chez l'*Anthoxanthum odoratum* L., *Lolium perenne* L., *Lolium multiflorum Gaud.* Un *Dactylis glomerata* L. possédait une transformation complète de l'arrangement de la panicule qui, au lieu d'être lobée et unilatérale, était quelconque, de nombreux épillets formaient une variété vivipara. Les variétés vivipara s'observent assez souvent chez les *Trifolium repens* L., *Plantago lanceolata* L., dans la Suisse occidentale. Quelquefois aussi, on a une ramification de la hampe à une certaine distance du sommet, par exemple chez *Reseda luteola* L., *Listera ovata* R. Br., *Tofielda glacialis* Gaud., *Plantago major* L.

Plusieurs de ces cas tératologiques étaient dus à des formations spongiques.

Parmi les cryptogames, l'*Aspidium Filix Mas.* Sw. a été recueilli dans sa variété *Cristatum,* et l'*Asplenium septentrionale* Hoff., au lieu de posséder des feuilles à deux ou quatre divisions linéaires et incisées au sommet, montrait des segments irréguliers en nombre variable et souvent non sporifères.

SÉANCE DU 18 MARS 1903.

Présidence de M. le Dr G. Krafft, président.

Le procès-verbal de l'assemblée générale est lu et adopté.

M. le président adresse à M. le professeur Dr P. Jaccard, appelé à l'Ecole polytechnique fédérale, les félicitations de la Société.

Communications scientifiques.

M. le Dr **P. Dutoit** parle des *poids moléculaires à l'état liquide.*

M. le Dr **Machon** étudie l'influence de *l'opium sur la phagocytose. (Voir aux mémoires).*

MM. **C. Bührer** et **Henri Dufour.** *Observations actinométriques.* — Les observations ont été faites en 1902 à Clarens et Lausanne, comme les années précédentes, c'est-à-dire au moyen des mêmes actinomètres de Crova et entre 11 h. 30 et 1 h. — Les résultats expriment en calorigramme-centimètre-carré-minute l'intensité de l'insolation ; les nombres du tableau indiquent la moyenne des observations du mois :

Janvier . . .	0.76	Juillet . . .	0.88
Février . . .	0.86	Août	0.87
Mars	0.89	Septembre .	0.83
Avril . . .	**0.90**	Octobre . .	0.84
Mai	0.81	Novembre .	0.85
Juin	0.89	Décembre .	**0.64**

La moyenne de l'année est 0.85 ; les valeurs les plus élevées de l'insolation ont été 1.02 le 7 mars et 1.01 le 5 avril ; comme les autres années on constate un maximum au printemps, en avril 1902, suivi d'une dépression sensible en *mai ;* le second maximum ordinairement constaté en août ou en octobre n'a pas été net cette année, c'est juin qui est le mois le plus clair.

Un fait nouveau et qui mérite d'être signalé est la diminution très sensible de l'intensité du rayonnement solaire depuis décembre 1902 et pendant les premiers mois de 1903. Le phénomène a été observé à Lausanne et à Clarens et il ressort nettement du tableau suivant qui donne, pour les mois d'hiver, l'insolation moyenne depuis 1897, année du début des observations, jusqu'au 15 mars 1903.

Insolation d'hiver.

Mois	1896	1897	1898	1899	1900	1901	1902	1903
Octobre .	0.89	0.82	0.83	0.89	0.88	—	0.84	—
Novembre .	0.88	0.78	0.76	0.83	0.82	—	0.85	—
Décembre .	0.80	0.79	0.82	—	0.72	0.75	**0.64**	—
Janvier .	—	0.82	0.74	0.79	0.79	0.84	0.76	**0.68**
Février .	—	0.88	0.87	0.87	0.82	0.84	0.86	**0.71**
Mars . .	—	0.92	0.87	0.89	0.90	0.94	0.86	**0.74**

On voit que le mois de *décembre* 1902, *janvier*, *février* et la première moitié de mars 1903 ont une insolation très inférieure à celle que l'on observe ordinairement dans la seconde moitié de l'hiver. Ce fait doit être attribué probablement à un accroissement de l'absorption atmosphérique. Faut-il chercher cette augmentation de l'opacité de l'air dans la présence de poussières projetées dans l'atmosphère par les éruptions de volcans des Petites Antilles et, entre autres, de la Montagne Pelée, à la Martinique; l'idée en vient naturellement à l'esprit, comme on a cherché déjà dans la présence de ces poussières l'explication des lueurs crépusculaires de l'hiver qui se termine. Cette hypothèse peut être faite, elle sera confirmée si le phénomène de l'accroissement de l'absorption atmosphérique a été constaté dans d'autres stations et si d'autres phénomènes optiques tels que la diminution de la visibilité des astres indiquent aussi une opacité anormale. Jusqu'ici le phénomène caractéristique de la présence des poussières dans l'atmosphère : « le cercle de Bishop », n'a pas été observé. En revanche on constate une diminution de l'intensité de la polarisation de la lumière bleue du ciel dans le plan du soleil, et à quatre-vingt-dix degrés de cet astre, ce qui indique une diminution de la transparence du milieu.

M. **Henri Dufour.** — *L'insolation en Suisse.* — L'enregistrement du nombre des heures de soleil se fait en Suisse depuis 1884, date de l'introduction dans quelques stations de l'héliographe de Campbell et Stokes. Les résultats des observations sont intégralement publiés dans les « Annales météorologiques suisses » par les soins du Bureau central, à Zurich. Le nombre des années étant, pour certaines stations, assez grand, il valait la peine de résumer et d'établir les moyennes de l'insolation pour quelques types de régions bien définies et caractéristiques. C'est le résultat de ce travail fait pour dix années que M. Dufour présente à la Société sous forme de tableaux graphiques préparés pour l'enseignement.

On a choisi sept stations principales possédant toutes des séries complètes d'observation de 1891 à 1900. Ces stations se groupent en villes de plateau traversées par un fleuve : Berne et Bâle ; villes riveraines d'un lac : Lausanne et Zurich ; stations du sud des Alpes : Lugano ; station de haute vallée alpine : Davos ; sommet : le Säntis à 2500 mètres.

Les résultats généraux sont les suivants : L'insolation relative, c'est-à-dire le *pour cent* du possible est de 43 °/₀ à *Bâle* et de 42 °/₀ à *Berne ;* l'insolation maximum possible serait celle qui résulterait d'une année dont tous les jours seraient clairs ; le maximum a lieu en août et le minimum en novembre à Bâle et en décembre à Berne. L'insolation croît rapidement de janvier en avril et présente une diminution sensible en mai.

Les villes de *Zurich* et de *Lausanne* ont une courbe semblable à celle de Berne et de Bâle, le minimum est en janvier à Zurich et en décembre à Lausanne, le maximum est en août dans ces deux villes, la moyenne annuelle est de 43 °/₀ à Zurich et de 47 °/₀ à Lausanne.

A *Lugano* le régime est un peu différent ; il y a *deux* maxima, le premier en juillet 69 °/₀, le second en février 60 °/₀, et deux minima, en mai 51 °/₀ et en novembre 42 °/₀, la moyenne de l'année est de 59 °/₀.

A *Davos* il y a également deux maxima, le premier en août 60 °/₀, le second en février 55 °/₀, et deux minima, en mai 47 °/₀ et en janvier 49 °/₀, l'insolation moyenne est de 54 °/₀.

Enfin au *Säntis* on trouve un maximum en novembre 51 °/₀ et un minimum en juin 35 °/₀, l'insolation moyenne est de 42 °/₀ à peine ; cette faible insolation s'explique par le fait qu'à la montagne on a une insolation *d'hiver ;* l'été est sombre à cause de l'élévation des nuages et des brouillards.

Un mémoire détaillé résumera plus complètement les résultats acquis et qui fixent le caractère du climat solaire de la Suisse.

Une correspondance de la Sagne (Neuchâtel) relatant une *pluie de chenilles* qui aurait eu lieu le 2 mars dans cette localité, M. le Dr **Henri Faes** a fait venir quelques-uns de ces petits animaux. Il s'agit non pas de « chenilles » proprement dites, mais de larves de *Téléphores* (Coléoptères malacodermes), chassées de leurs retraites par de trop grandes pluies ou une chaleur prématurée. Il n'est pourtant pas impossible qu'un vent violent transporte parfois ces bestioles à quelque distance.

M. Faes rapporte à cette occasion que ces mêmes larves sont déjà apparues maintes fois en nombre sur la neige, d'où leur nom de « vers de neige ».

M. le Dr **Machon** donne la description d'une *tempête de terre* qu'il a eu l'occasion d'observer le 12 janvier 1894 à Rosario (Argentine).

SÉANCE DU 1er AVRIL 1903

Présidence de M. le Dr G. Krafft, président.

Le procès-verbal de la séance précédente est lu et adopté.

Communications scientifiques.

M. **F.-A. Forel** continue sa description de la chute de poussières éoliennes du 22 février 1903 (voir séance du 4 mars). D'après de nouveaux renseignements, ces poussières sont de provenance saharienne. Cela est prouvé :

a) Par l'identité des échantillons recueillis en Suisse le 22 février avec ceux d'autres chutes analogues de poussières dont la provenance peut être suivie jusque dans le Sahara africain, entr'autres celles du 9-12 mars 1901.

b) Par l'identité des poussières recueillies en Suisse avec la partie impalpable des sables du Sahara. M. Forel en montre des échantillons très probants venant du désert de Sidi Okbah et de la route de Biskra à Touggourt.

c) Par les rapports des navires qui ont traversé les mers européennes, vers le 20 et 21 février, et ont été couverts par les sables désertiques. Sur la Méditerranée occidentale les tourbillons de poussières étaient apportés par des vents du sud, sur l'Atlantique, au large du Maroc e- du Portugal, par des vents d'est et sud-est. De tous les côtés les vents venaient du Sahara.

M. **F.-A. Forel** étudie la nature et l'origine des cendres volcaniques qui sont projetées dans l'air par le cratère de certains volcans et dans certaines éruptions. Il s'attache à montrer qu'elles ne sont pas des cendres dans l'acception ordinaire du mot : résidu minéral de la combustion d'une matière organique; il montre qu'elles sont des poussières de lave pulvérulente.

Cette pulvérisation ne peut se faire en quantité suffisante par le frottement mécanique de masses vitreuses déjà refroidies, s'entrechoquant entr'elles. Dans un éboulement de rochers les poussières minérales se soulèvent en nuage, mais elles ne sont pas en quantités comparables à celles des cendres volcaniques. Exemple : poussières de l'éboulement du Fletschhorn sur le glacier de Rossboden, recueillies par M. le professeur Dr H. Schardt.

Cette pulvérisation ne peut se faire par l'expansion des gaz qui feraient éclater la lave vitrifiée, car cette lave, en se refroidissant, passe d'abord par l'état pâteux, et l'expansion des gaz lui donne la structure spongieuse de la pierre-ponce et non la structure pulvérulente.

Cette pulvérisation doit se faire probablement par la rupture de tension de la lave vitreuse trempée par un contact subit avec de l'eau froide. La surprise, l'étonnement produit sur cette lave doit être analogue à celui de la goutte de verre en fusion, plongée dans l'eau, qui se change en une larme batavique. L'explosion de cette larme donne un sable de verre.

M. Forel a été étudier ce phénomène au haut-fourneau de Choindez, près Delémont, où les scories sont pulvérisées par la simple projection de la masse en fusion dans un courant d'eau froide ; la partie impalpable de ce sable de scories, convenablement décantée, donne une masse très analogue à de la cendre volcanique ; le sable plus grossier, à des *lapilli* de volcan.

M. Forel constate que l'explication à laquelle il est arrivé n'est point nouvelle ; elle a déjà été formulée par Gümbel en 1875.

M. le Dr **Reiss** a examiné en collaboration avec M. **Gerster** le décalque invisible de l'écriture à l'encre sur du papier. Ce décalque, trouvé pour la première fois par M. A. Bertillon, peut être rendu visible par l'application de la chaleur. Les auteurs ont expérimenté de nombreux papiers et encres. Il semble ressortir de ces recherches que l'image invisible est due à une action chimique de certains composants de l'encre sur l'encollage du papier.

M. Reiss montre ensuite quelques échantillons de photographie nocturne.

M. le Dr **S. Bieler** présente le fruit d'un palmier du nord du Transvaal, rapporté par M. Rosset, missionnaire à Mhinga, dans lequel on voit l'amande durcie comme l'*ivoire végétal* ou *coroso*.

L'ivoire végétal est indiqué comme produit par un Phytelephas d'Amérique et dans des fruits assez gros groupés par 4 ou 5. Celui apporté par M. Rosset a la grosseur d'une poire moyenne et forme des grappes de 40 à 50 individus. La chair du fruit est mangeable. Le palmier lui-même produit une sève dont le goût est comparable à celui des meilleurs vins d'Europe.

SÉANCE DU 22 AVRIL 1903.

Présidence de M. le Dr G. KRAFFT, président.

Le procès-verbal de la séance précédente est lu et adopté.

M. *le Président* rappelle la mémoire de M. F. Pittet, horticulteur, reçu membre de la Société en février et décédé quelques semaines plus tard.

Sur l'invitation de M. le Dr *Meylan*, la Société tiendra une séance extraordinaire au Château de Lutry le samedi 16 mai.

Communications scientifiques.

M. **L. Maillard** présente une étude sur la formule barométrique de Laplace. *(Voir aux mémoires.)*

M. le Dr prof. **Bugnion** présente une photographie se rapportant à un cas intéressant de mimétbisme. Il s'agit de la *Blepharis mendica,* Fab.- Orthoptère de la famille des Mantides, observée à Biskra en Algérie sur la *Thymelia* ou *Passerina microphylla. (Voir aux mémoires.)*

M. le Dr **L. Pelet** entretient la Société de ses recherches sur le *tirage des cheminées.*

Le secrétaire présente un travail de M. le Dr **S. Aubert** sur la présence de la *bruyère en sol calcaire. (Voir aux mémoires.)*

M. **Henri Dufour** donne les renseignements suivants au sujet des colorations crépusculaires et aurorales de l'hiver que nous venons de traverser.

Ces lueurs crépusculaires, toujours intenses en hiver, ont eu certains jours un éclat particulier; les observations faites au Säntis, à Zurich, à Berne, à Lausanne, à Morges, au Puy-de-Dôme et à Clermont-Ferrand permettent de fixer comme journées exceptionnelles par l'intensité des colorations observées, soit le soir, soit le matin, les dates suivantes :

Le 29 octobre : Lausanne, Morges, Puy-de-Dôme.

Du 11 au 17 novembre : Säntis, Lausanne, Morges (12-14), Puy-de-Dôme 13 (aurore).

Du 22 au 24 décembre : Lausanne, Zurich, Berne.

Du 6 au 8 janvier : Lausanne, Zurich.

Du 21 au 31 janvier : Puy-de-Dôme, 25-26; Zurich, 26-27; Berne, 27; Lausanne, 27.

Du 3 au 6 février : Puy-de-Dôme, 5 et 6; Zurich, 3, 4, 5; Lausanne, 3, 4, 5.

Le 11 février : Puy-de-Dôme, Zurich, Lausanne.

Les observations du Puy-de-Dôme et de Clermont ont été faites par MM. B. Brunhes, professeur de physique à Clermont, et David, observateur au Puy-de-Dôme ; celles de Zurich, par MM. J. Maurer, directeur-adjoint au bureau central de météorologie, et Bommer, au Säntis; celles de Berne, par M. Gruner; celles de Morges, par M. F.-A. Forel; celles de Lausanne, par M. Dufour.

Il est intéressant d'examiner la situation météorologique générale de l'Europe occidentale pendant la période des lueurs crépusculaires et aurorales.

Le caractère commun de toutes ces journées à belles colorations est qu'un régime de hautes pressions régnait sur le centre et sur l'ouest de l'Europe, accompagnées d'une variation thermique assez rapide des Alpes à la mer.

En étudiant les cartes synoptiques des journées particulièrement caractéristiques, on trouve les résultats suivants[1] :

1° *Le 29 octobre :* Hautes pressions sur Europe centrale, centre 771 sur Neufahrwasser, Lausanne 762, Iles-Britanniques et ouest de la France 760, vent variable, ciel clair à l'ouest. Si l'on étudie la variation de température de l'est à l'ouest on trouve Lausanne, Berne, Bâle 5°, Clermont 4°, Rochefort 10°. Si nous désignons par *gradient thermométrique* la variation de température pour 1° d'arc de méridien (c'est-à-dire 111 km.), on trouve que la distance Clermont-Rochefort jusqu'à 18 km. en mer étant de 333 km., et la chute de température de 6°, le gradient thermométrique est de 2°. La température au large du golfe de Gascogne atteignait, à la longitude des Iles Scilly, 13°. Le lendemain, 30 octobre, un brouillard général occupait les côtes et la température avait baissé à Rochefort à 5°. Les pressions élevées s'établissaient à l'ouest.

2° *Le 13 novembre :* lueur aurorale très vive au Puy-de.Dôme, vue du Mont-Blanc, puis brouillard dès 7 h. 30. Au Säntis coloration dès 4 h. 35 du soir, maximum de la couleur pourpre de 5 h. 20 à 5 h. 30, disparaît à 6 h. 20. Pression 770 à Genève et Lausanne, centre de hautes pressions sur Bamberg 775. Le gradient thermométrique entre Clermont (5°) et Rochefort (10) est 1°,7.

---

[1] Consulter en outre les observations de MM. Forel et Mercanton. Compte-rendu Soc. vaud. sc. nat. 5 novembre 1902.

3° *Les 22 et 23 décembre :* à Zurich coloration exceptionnelle, commence à 4 h. 55 (coucher du soleil 4 h. 39), accroissement rapide de la teinte rose jusqu'à 5 h. 10, maximum de la première teinte pourpre à 5 h. 14, disparition à 5 h. 20 ; à 5 h. 36 commence la seconde coloration qui dure jusqu'à 6 h., éclairant vivement les murs et la surface du lac (M. Maurer).

Au Puy-de-Dôme, brouillard, givre tout le jour. A Berne maximum entre 5 h. 10 et 5 h. 15, disparition à 5 h. 20 (M. Gruner) ; l'observateur ne signale pas de seconde coloration.

Les hautes pressions s'étendent surtout sur l'ouest de l'Europe. Paris 774, Iles Scilly 774. La température varie de 5° à Genève à 7° à Clermont et à 9° à Rochefort ; le gradient thermique est de 0°8 de Genève à Rochefort ; la température baisse rapidement à l'est, elle est de 1° à Berne et 2° à Zurich. Le 23 décembre au matin le régime de hautes pressions est semblable à celui des 13 novembre et 29 octobre, le gradient est de 1° entre Clermont et Rochefort, les températures ont baissé à l'ouest sur la terre ferme, tandis qu'au large sur le golfe de Gascogne, la température est de + 5°.

4° *Les 25, 26 et 27 janvier :* les hautes pressions règnent sur les Alpes et sur la France, Berne 778, Brest 770, vents forts d'ouest et sud-ouest sur les Iles-Britanniques, la température est —3° à Genève, —1° à Clermont, +5° à Rochefort et 10° au large, le gradient thermique Clermont-Rochefort est 2°, et Genève-Rochefort 1°,1.

Les 26 et 27 janvier à Zurich, la première coloration a son maximum à 5 h. 45 et disparaît à 5 h. 56 ; le 27 la seconde coloration apparaît à 6 h. 15 et disparaît à 6 h. 30, ce soir-là des teintes violettes particulièrement intenses se sont étendues du sud-ouest au nord et même à l'est. Mêmes observations à Berne ; au Puy-de-Dôme à 6 h. vives lueurs crépusculaires, le 28 lueur aurorale depuis 6 h. m. ; le 27 le Mont-Blanc était visible du Puy-de-Dôme toute la journée.

5° *Le 5 février :* le centre de pression est sur les Alpes, ainsi qu'une zone de froid, Zurich —5°, Lausanne —4°, Clermont —4°, Rochefort +3°, le gradient thermométrique est de 2°3 entre Clermont et Rochefort. Les colorations observées à Zurich et à Berne sont belles ; elles sont très vives au Puy-de-Dôme où elles durent jusqu'à 6 h. 30 (heure de Paris), le lendemain 6 février lueur aurorale vive.

6° *Le 11 février :* coloration particulièrement intense à Zurich, centre de hautes pressions comme le 5 sur les Alpes 780. Zurich +1°, Genève —2°. Courant du SW. sur l'Angleterre; le 12 février au matin Zurich —3°, Genève —2°, Clermont —3°, Rochefort +4°, gradient thermométrique 2°,3 comme le 5.

Aucun des observateurs n'a signalé cette année comme en 1883 le cercle de Bishop; on a remarqué par les belles journées du printemps que le soleil était ordinairement entouré d'un voile blanchâtre et que rarement le ciel a présenté les intensités de bleu qu'on observe ordinairement en mars et avril.

Si l'on tient compte de l'ensemble des faits observés, accroissement de l'absorption des radiations solaires et colorations exceptionnelles, on ne peut s'empêcher de supposer que des poussières cosmiques du volcan des Antilles entraînées dans l'atmosphère par les grands courants du SW. au NE. ont joué un rôle en facilitant la condensation partielle et incomplète de la vapeur d'eau venant des régions chaudes de l'Atlantique et pénétrant dans les zones froides et à hautes pressions qui ont souvent régné sur l'Europe pendant cet hiver.

M. le **Dr J. Amann** expose la première partie d'un travail sur la *formation des corps aromatiques dans l'organisme.* Cette communication fait partie d'une monographie qui sera publiée *in extenso.*

SÉANCE DU 6 MAI 1903.

Présidence de M. le Dr G. Krafft, président.

Le procès-verbal de la séance précédente est lu et adopté.

M. le Dr Strzyzowski dépose, sous pli cacheté, un travail intitulé *Magnum oxydatum.*

Communications scientifiques.

M. F.-A. Forel. En analogie avec la soi-disant *pluie de chenilles* observée à la Sagne le 2 mars de cette année, et décrite dans la séance du 18 mars, par M. le Dr H. Faes, comme étant due à la sortie du sol de larves de téléphores, M. le Dr Samuel Aubert, du Solliat, vallée de Joux, a recueilli dans la matinée du 31 mars des larves apparaissant sur la neige, Derrière-la-Côte, près du Sentier. Leur nombre était considérable, jusqu'à 15 ou 20 par pied carré dans les parties où cette *pluie de chenilles* avait été la plus serrée. Sur une longueur de pays de *2 km.* environ, dans une région où le sol est formé de tourbières.

D'après une détermination de M. le prof. Dr Ed. Bugnion, ces larves appartiennent probablement à la *Ragonycha fulva,* de la tribu des Téléphorides. Elles vivent dans la mousse; elles sont écloses cette année plus tôt que de coutume par suite de la douceur extraordinaire des mois de février et de mars, et elles auront cherché à traverser la neige tombée le 30 mars pour aller chasser les pucerons et autres menus insectes dont elles font leur nourriture.

M. **L. Maillard** parle de la *constitution physique de l'atmosphère. (Voir aux mémoires.)*

M. **J. Amann** présente la deuxième partie de son étude sur la formation des composés aromatiques dans l'organisme.

SÉANCE EXTRAORDINAIRE DU 16 MAI 1903

chez M. le Dr Meylan, au Château de Lutry.

Présidence de M. le Dr G. Krafft, président.

Le procès-verbal de la séance précédente est lu et adopté.

M. le Président rappelle qu'à l'heure où nous entrons en séance, on rend les derniers honneurs à M. *Aloys van Muyden,* ingénieur, qui fut pendant dix-neuf ans un membre dévoué de notre Société. L'assemblée se lève en signe de deuil.

Il est donné connaissance des démissions de MM. *de Bœr ; Edouard Herzen,* fixé à l'étranger, ainsi que d'une lettre de M. L. Maillard, réfutant les objections formulées, dans la séance précédente, par M. Paul Dutoit, à propos de la constitution physique de l'atmosphère.

M. le professeur L. Maillard a fait parvenir au bureau un pli cacheté dont il se réserve de demander plus tard l'ouverture.

Communications scientifiques.

M. le **Dr Meylan** ouvre la seconde partie de la séance par une captivante causerie sur quelques points de l'histoire de Lutry.

M. **F.-A. Forel.** *La pêche de la féra dans le Léman.*

M. F.-A. Forel résume les notes qui lui ont été communiquées par MM. Lugrin frères, marchands de poissons à Genève, sur leurs achats auprès des pêcheurs du Léman.

D'après ces chiffres, la pêche de la féra a subi une diminution considérable dans les dernières années. Les achats de MM. Lugrin ont été :

1899	115 000 kg.	à fr.	1,10	le kilo.
1900	104 000	»	1,15	»
1901	31 000	»	1,50	»
1902	17 000	»	1,70	»

Ce n'est pas que les marchés faits avec les pêcheurs aient été moins nombreux ou moins productifs, car dans ces mêmes années, de 1899 à 1902, les achats des autres espèces de poissons se sont tous accrus :

Pour la truite, de	3 950 kg.	à	5 880 kg.
» l'omble-chevalier, de	12 000	»	20 800 »
» la perche, la lotte et le brochet, ensemble	22 000	»	54 100 »

Donc ce n'est pas l'activité des pêcheurs qui a été en faute ; ce sont les réserves des féras qui ont été épuisées par la pêche inconsidérée qui en a été faite depuis 1896 par l'emploi du filet connu sous le nom de *grand-pic*.

La féra est le poisson de grande pêche, de pêche industrielle et économique. La diminution du produit de cette pêche est un malheur pour la classe des pêcheurs et pour l'économie publique. La situation est donc sérieuse.

On peut poser les thèses suivantes :

1° Le poisson du lac est bon pour être pêché par l'homme. Tant que la pêche n'est pas destructive, elle ne doit pas être restreinte.

2° Une pêche qui amène la destruction d'une espèce de poisson de valeur économique doit être modérée ou compensée par d'autres procédés.

3° Il y a dans la matière organique dissoute dans l'eau du lac, et dans le plancton (micro-organismes animaux et végétaux qui flottent dans l'eau), une réserve inépuisable pour la production du poisson, et particulièrement des espèces pélagiques insectivores, comme la féra et la gravanche.

4° On peut lutter contre la diminution de la féra et autres corégones en favorisant la multiplication de jeunes poissons de ces espèces, et cela par divers procédés :

a) Avant tout, en allongeant la durée de protection en temps de frai, protection qui a été raccourcie abusivement par les règlements internationaux récents ;

b) En produisant en pisciculture des alevins de féra (la pisciculture de Thoune a réussi à en élever) et de gravanche ;

c) En introduisant dans le lac des alevins d'autres espèces, des corégones plus faciles à élever : marène, lavaret, bondelle, palée.

5° L'Etat, dont la passivité imprudente a permis la consommation du désastre, doit intervenir — lui seul le peut efficacement — pour ramener la prospérité de l'industrie de la pêche dans le Léman.

M. le Président met en circulation les épreuves d'une série d'instantanés de l'éclipse de lune du 11 avril, pris par M. **Vautier-Dufour** au moyen de son *téléphot.*

M. **E. Chuard,** professeur, présente la *statistique analytique des vins suisses, 2e année, vins de 1901,* publiée par la Société suisse des chimistes analystes, et fait ressortir les principales différences constatées entre les vins de 1900 et ceux de 1901. La statistique analytique des vins vaudois, effectuée par les soins des laboratoires de la Station viticole et du Contrôle des boissons et denrées, a ceci de particulier que chaque année les échantillons analysés proviennent de la même récolte, logée dans les mêmes conditions. De cette façon, on obtient en quelque sorte une double statistique, dans l'espace et dans le temps, et chaque viticulteur qui envoie ses échantillons régulièrement à l'analyse se constitue une série de dates analytiques qui, dans quelques années, sera intéressante à consulter.

M. Chuard donne ensuite quelques indications concernant les vins obtenus au moyen des nouveaux pressoirs, à travail continu, comparés aux vins de pressoir ordinaire. Jusqu'ici les analyses donnent des chiffres très rapprochés ; la seule différence appréciable consiste dans la présence d'une proportion de tanin légèrement supérieure dans les vins de pressoir continu. Les détails de ces observations se trouvent dans la *Chronique agricole,* numéro de mai 1903.

La seconde partie de la séance terminée, la Société se rend au temple et visite cet intéressant édifice sous la conduite de M. Meylan.

De l'église on passe... à la cave où nous attend une délicieuse collation au cours de laquelle M. le Dr C. Dutoit, vice-président, remercie M. le Dr Meylan de sa cordiale réception.

SÉANCE DU 20 MAI 1903.

à l'Auditoire de physique.

Présidence de M. le Dr G. Krafft, président.

Le procès-verbal de la séance extraordinaire de Lutry est lu et adopté.

Communications scientifiques.

M. le Président donne lecture d'une lettre d'un de nos membres, M. **Arnold Porret,** pasteur à Baulmes, qui signale la découverte des plantes suivantes, inconnues jusqu'ici dans le Jura vaudois :

1o *Arabis auriculata* Lam. N'est pas mentionnée par Durand et Pittier dans leur *Catalogue de la flore vaudoise*, publié en 1882. Quant à Godet et à Rapin, ils la citent à Branson, au Salève, au Pas de l'Echelle et au Fort de l'Ecluse. La station de Baulmes est donc la plus au nord de celles connues. Cette plante existe en quantité et doit avoir existé de tous temps, dans les pentes ensoleillées, exposées en plein midi, et buissonneuses des rochers dits de « Mistredam » (Monasterium Damae), au-dessus de Baulmes. Du reste, ces rochers, s'ils n'avaient jamais été explorés par des botanistes, l'avaient été par Ed. Mabille dont la collection d'objets préhistoriques est en grande partie à Lausanne, ce qui fait qu'ils ne sont pas inconnus.

2o L'*Arabis saxatilis* All., connue çà et là dans les Alpes et dans le Jura aux mêmes lieux que la précédente, mais inconnue aussi, sauf erreur, au Jura vaudois.

3o Une nouvelle station pour le *Carex Halleriana*. Asso (*C. gynobasis* Vill.), trouvé au Mormont et çà et là encore par des botanistes ; l'auteur l'a découvert encore dans ces mêmes pentes.

Il y aura probablement d'autres plantes rares dans ces quelques endroits encore inexplorés.

Enfin, M. Porret indique en passant que le *Genista decumbens* Ait. (*G. Halleri* st. act.), connu à Montcherand et Lignerolles, est aussi à Baulmes, et que le *Sisymbrium austriacum* Sacey croît et prospère sur le talus des Six-Fontaines.

Ces indications ont été vérifiées par M. Vetter, traducteur de la flore de Gremli, cela afin d'éviter toute erreur.

M. Porret tient des exemplaires de ces plantes à la disposition des botanistes qu'elles peuvent intéresser.

M. F. Porchet parle de l'*influence du sulfate de cuivre sur la germination des céréales.*

On sait que pour combattre préventivement la *carie* et le *charbon* des céréales, on plonge les semences de celles-ci dans une solution de sulfate de cuivre à 0,5 °/₀ pendant quinze heures au maximum. En prolongeant l'immersion, on provoque une action intoxicante du vitriol sur la graine qui germe avec d'autant plus de difficultés que le traitement a été plus long.

Il est un fait curieux à relever. Si l'on sème, dans des conditions parfaitement comparables, des grains de blé et d'avoine ayant subi un *sulfatage* exagéré, on constate, lors de la germination puis de la poussée, une dépression beaucoup plus grande chez l'avoine que chez le blé. On en a conclu que la première de ces céréales est plus sensible que la seconde à l'influence du vitriol.

Cependant, il paraît étrange que des plantes qui, comme les céréales en question, présentent entre elles tant d'analogies, soit dans la constitution de leurs graines, soit dans leur développement, offrent une résistance si différente vis-à-vis de l'action intoxicante des sels cupriques. M. Porchet a recherché quelle pouvait être la cause de cette plus grande sensibilité apparente de l'avoine.

Différents auteurs ont démontré que des grains de blé traités au sulfate de cuivre de façon identique donnaient des pour cent de germination très variables suivant le milieu dans lequel ils avaient été semés.

Kühn, faisant germer du blé vitriolé entre des feuilles de papier buvard humide, a prouvé que les grains placés aux bords des feuilles donnaient naissance à des plantes plus normalement développées que celles provenant de grains complètement emprisonnés entre les feuilles.

Kühn a donné de ce fait l'explication suivante : les grains fraîchement sortis de la solution de vitriol et placés entre des feuilles de papier non collé, cèdent à celui-ci une certaine quantité de sels de cuivre ; lors de la germination, la radicule rencontre, au sortir de la graine, ce milieu toxique qui entrave naturellement son développement, et partant celui de la plante tout entière. Au contraire, les grains placés sur le bord des feuilles poussent leurs radicelles vers l'extérieur, évitant ainsi d'entrer en contact avec les résidus de cuivre.

Il était à prévoir qu'un fait analogue devait se produire lors de la germination de grains de blé et d'avoine. En effet, il est presque superflu de rappeler que les grains de blé sortent des batteuses complètement dépouillés de leurs enveloppes extérieures, la seule couche protectrice de l'albumen et de l'embryon est le péricarpe. Chez l'avoine, au contraire, les grains sont complètement enfermés, emprisonnés même, dans les glumelles fortement adhérentes. Il était à supposer que, lors de l'immersion des grains d'avoine dans la solution de vitriol, ces enveloppes extérieures, formées de tissus morts, se soient gorgées, pour ainsi dire, de liquide cuprique. Dans ce cas, lors de la germination, aucune radicelle ne pourra se développer sans entrer en contact avec cette enveloppe qui, à cause du cuivre qu'elle contient, empêchera le développement normal du système radiculaire de la jeune plante.

Pour vérifier la chose, M. Porchet a établi les essais suivants :

600 grains d'avoine ont été divisés en deux parts égales ; dans l'une, chaque grain a été dépouillé soigneusement de ses enveloppes, tandis que ceux de la deuxième partie conservaient les leurs. Dans chaque lot, il a été prélevé trois échantillons de cent grains qui ont été immergés : deux dans une solution de $Cu\ So_4$ à 0,5 °/₀ pendant, respectivement, 60 heures et 24 heures ; le troisième, dans de l'eau distillée, pendant 24 heures. On a fait subir, par comparaison, le même traitement à trois lots de 100 gr. de blé. Au sortir de la solution de vitriol, toutes les graines ont été rapidement essorées entre deux feuilles de papier à filtrer, puis semées sur sable humide, dans les mêmes conditions de lumière, de température et d'humidité.

Voici les quantités de liquide cuprique absorbées par les divers lots :

I. *Immersion pendant 60 heures dans $Cu\ So_4$ 0,5 °/₀ :*

	Poids de 100 grains avant l'immersion.	Poids de 100 grains après l'immersion.	Quantité de liquide abs. par 100 grains.
Avoine sans enveloppe	2,581	3,851	1,270
Avoine avec enveloppe	2,612	4,195	1,583
Blé	3,372	4,300	0,928

II. *Immersion pendant 24 heures dans $Cu\ So_4$ 0,5 °/₀ :*

	Poids de 100 grains avant l'immersion.	Poids de 100 grains après l'immersion.	Quantité de liquide abs. par 100 grains.
Avoine sans enveloppe	2,794	3,914	1,120
Avoine avec enveloppe	2,890	4,195	1,305
Blé	3,105	5,057	1,952

Les irrégularités qu'on remarque dans les chiffres exprimant la quantité de liquide absorbé par le blé proviennent du fait que quelques grains, dont les blessures ont échappé à l'examen préliminaire, ont retenu beaucoup plus de liquide que ceux qui étaient parfaitement sains.

III. *Immersion pendant 24 heures dans l'eau pure :*

	Poids de 100 grains avant l'immersion.	Poids de 100 grains après l'immersion.	Quantité de liquide abs. par 100 grains.
Avoine sans enveloppe	2,462	3,524	1,062
Avoine avec enveloppe	3,570	5,057	1,487
Blé	3,384	4,670	1,286

On voit par ces chiffres qu'après une immersion de 24 heures, les grains sont presque totalement imbibés de liquide, puisque la quantité de celui-ci n'augmente que de 0,15 gr. environ par 100 gr. de grains pour une prolongation de l'immersion de 36 heures. On constate en outre que les grains d'avoine, possédant encore leurs enveloppes, ont absorbé : I. 0,313 gr., II. 0,185 gr., III. 0,425 gr. de liquide de plus que ceux qui en ont été dépouillés.

Voici les résultats obtenus par la mise en germination des différents lots :

Nombre de grains germés °/o.

Nombre de jours écoulés depuis l'ensemencement		5	8	11	28
Graines traitées au sulfate de cuivre pendant 60 h.	Avoine sans enveloppe	16	39	48	52
	Avoine avec »	1	5	34	52
	Blé	7	17	28	42
Graines traitées au sulfate pendant 24 h.	Avoine sans enveloppe	16	46	60	62
	Avoine avec »	2	6	53	56
	Blé	13	35	48	57
Graines traitées à l'eau pendant 24 h.	Avoine sans enveloppe	—	76	—	85
	Avoine avec »	—	78	—	91
	Blé	—	68	—	74

Ces chiffres montrent que la présence de l'enveloppe autour du grain d'avoine provoque un retard très notable dans la germination. Ce retard

Grandeur des plantules en cm.

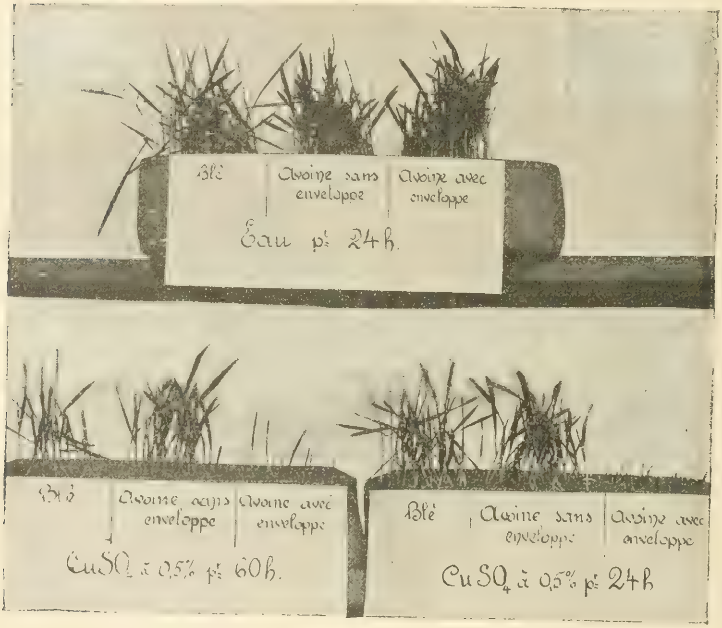
Nombre de jours écoulés depuis l'ensemencement.		5	8	11	28 jours après. Nombre de plantes		Plantes normales % grains germés
					normales	mal développées	
Graines traitées au vitriol pendant 60 h.	Avoine sans enveloppe . . .	moins de 1 cm.	1 — 6	1 — 11	10	38	20.8
	Avoine avec » . . .		1 — 4	1 — 2[1]	2	50	3.8
	Blé		1 — 6	1 — 10	13	29	30.9
Grains traités au vitriol pendant 24 h.	Avoine sans enveloppe . . .	Id.	1 — 8	1 — 11	40	20	66.6
	Avoine avec » . . .		1 — 4	1 — 3[2]	0	53	1.0
	Blé.		1 — 9	1 — 13	42	15	73.6
Grains traités à l'eau pendant 24 h.	Avoine sans enveloppe . . .	3	6 — 9	12	85	0	100
	Avoine avec » . . .	3	4 — 9	11	91	0	100
	Blé.	3	5 — 9	12	74	0	100

---

[1] Sauf 3 exemplaires bien développés.

[2] Sauf 2 » »

ne s'atténue pas dans la suite, car les plantules de ce lot restent rabougries ainsi que le montrent le cliché et le tableau ci-joints, cliché dont la *Chronique agricole* a bien voulu autoriser la reproduction.


Blé
Avoine sans enveloppe
Avoine avec enveloppe
Eau p^r 24h.
Blé
Avoine sans enveloppe
Avoine avec enveloppe
CuSO$_4$ à 0,5% p^r 60h.
Blé
Avoine sans enveloppe
Avoine avec enveloppe
CuSO$_4$ à 0,5% p^r 24h

Aspect des cultures 28 jours après l'ensemencement.

Ces résultats montrent, à l'évidence, que le blé n'est pas plus résistant à l'action des sels de cuivre que l'avoine privée de ses enveloppes, le pour cent germinatif étant 48 contre 42 dans un cas, 60 contre 57 dans l'autre (l'écart correspond sensiblement à la différence de valeur germinative des grains en expériences qui ont donné une germination de 85 % et 74 %). Il en résulte que l'embryon de blé n'est pas moins exposé que celui d'avoine à l'action nuisible des sels de cuivre ; cette apparente sensibilité provient simplement du fait que, pour cette dernière céréale, le développement des radicelles est fortement entravé par la présence, autour de la graine, d'enveloppes contenant des sels de cuivre introduits par le vitriolage.

M. le **Dr Machon** fait ensuite une conférence, avec projections lumineuses, sur le *maté. (Voir aux mémoires.)*

SÉANCE DU 3 JUIN 1903

à l'Auditoire de physique.

Présidence de M. le Dr G. KRAFFT, président.

Le procès-verbal de la séance précédente est lu et adopté.

M. *E. Guinand,* architecte, a fait parvenir à la bibliothèque une trentaine de volumes.

Communications scientifiques.

C'est devant un nombreux public que M. le **Dr E. Bugnion** décrit les sites pittoresques du *Sahara algérien* et l'*oasis de Biskra* en particulier. Le conférencier illustre son exposé par une riche série de projections lumineuses qui font défiler sur la toile les types les plus remarquables de la population indigène de l'Algérie, ainsi que les représentants les plus intéressants de la faune et de la flore de ces régions.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE DU 20 JUIN 1903

à Caux-Palace.

Présidence de M. le Dr G. KRAFFT, président.

Après une excellente collation, aimablement offerte par un groupe de membres de Clarens, Montreux, Vevey, la Société se réunit dans la salle du théâtre de Caux-Palace, où la séance est ouverte, à 9 3/4 h., par M. le Président qui souhaite la bienvenue aux nombreux membres qui ne se sont pas laissés effrayer par les menaces d'un temps grincheux.

Le procès-verbal de la séance précédente est lu et adopté.

Il est donné connaissance de la candidature de M. *S. Keser,* médecin à Caux-Palace, présenté par MM. Larguier et F.-A. Forel.

L'assemblée nomme membres honoraires, à l'unanimité, M. le *Dr Amé Pictet,* professeur à Genève, présenté par M. le Dr G. Krafft, et M. le *Dr J. Nuesch*, professeur à Schaffhouse, présenté par M. le Dr S. Bieler, candidature appuyée chaudement par M. Forel.

Communications scientifiques.

En ouvrant la seconde partie de la séance, M. le **Dr G. Krafft,** président, fait part à la Société de ses *Impressions de chimiste. (Voir aux mémoires.)*

M. **Delessert,** se faisant l'interprète de l'assemblée, remercie M. Krafft de sa charmante causerie.

M. **Félix** donne lecture d'un travail dans lequel il étudie les rapports qui existent entre la *variole* et la *vaccine*. Selon cet auteur, l'identité de ces deux affections ne peut faire l'objet d'aucun doute, les faits expérimentaux, d'une part, et l'étude des phénomènes cliniques déterminés par les deux maladies, tant chez l'homme que chez les animaux bovins, d'autre part, amenant une conclusion logique en faveur de l'unicité de ces deux maladies éruptives. *(Voir aux mémoires.)*

M. le **Dr E. Bugnion** décrit les *parties buccales de l'abeille perce-bois (Xylocopa violacea)*, en illustrant son exposé de nombreux dessins et photographies.

M. le professeur **Jung,** de Genève, présente les résultats de ses recherches sur le *sens de l'olfaction chez l'escargot.*

M. **F.-A. Forel** fait circuler deux échantillons presque identiques : l'un, de la *poussière éolienne* recueillie sur un balcon à Montreux le 27 mai dernier par M. H. Messaz : l'autre, la poussière qui formait, le 30 mai, devant Morges, les taches jaunâtres de la fleur du lac, cette dernière desséchée et triturée.

L'une et l'autre sont composées presque uniquement du pollen de conifères.

La séance est levée à 12 3/4 h.

* * *

On se disperse dans Caux-Palace, pour se réunir de nouveau peu après dans la salle, où le banquet, des mieux réussis, est servi.

Au dessert, M. le **Dr C. Dutoit,** vice-président, lève son verre à la santé des invités.

M. **van Berchem,** président de la Société de physique et d'histoire naturelle, nous apporte les salutations de nos collègues de Genève.

M. le professeur **E. Jung,** membre honoraire, remercie, dans une chaleureuse improvisation, les Vaudois qui *ont toujours le temps...* d'être aimables, et il porte son toast à l'activité toujours croissante de la Société vaudoise.

M. **F.-A. Forel** salue la présence de M. le Dr Paul Jaccard, professeur à l'Ecole polytechnique fédérale.

C'est ensuite une série d'agréables surprises.

Une dépêche de la Société neuchâteloise des sciences naturelles, réunie aux Brenets ; deux spirituelles dépêches, en vers, signées *les absents* et *la vérité*.

Une aimable lettre de M. le professeur **Picard,** de Bâle, membre honoraire, qui constate avec plaisir que la Société vaudoise, comme toute Société qui se respecte, entre courageusement dans l'ère des déficits ; il l'en félicite et l'encourage à persévérer dans cette voie. Pour lui montrer que le déficit n'est pas un mal... sans remède, M. Picard joint à sa lettre un bon de 100 fr.

Sur la proposition de M. **Forel,** une dépêche de remerciements est envoyée à M. Picard.

Et la série n'est pas épuisée.

M. **Schardt** fait parvenir un lot de brochures, distribuées aussitôt, sur la géologie de Montreux et environs.

MM. **Bellet** et **Mercanton,** chimistes à Broc, font circuler des produits de la maison Cailler. Ces délicieux chocolats remportent un succès tout spécial auprès des dames qui ont répondu nombreuses à l'invitation du comité, tandis que les messieurs apprécient un excellent vin d'honneur offert par la municipalité des Planches.

Qu'on nous pardonne de passer sans transition des plaisirs... gastronomiques aux jouissances artistiques, malheureusement trop courtes, que nous a procurées Mme **G. Krafft,** professeur de chant. Mais l'heure prévue pour le départ est là, et comme il n'y a que le soleil qui ose ne pas se conformer au programme de la journée, il faut se séparer. Les uns regagnent la plaine, tandis qu'une trentaine de participants, dames et messieurs, montent vaillamment à l'assaut des brouillards qui paraissent très solidement établis en Naye. Avouons dès l'abord que nous avons été complètement battus, car les nuages n'ont quitté leurs positions que... le lundi. La pluie et la neige ne nous ont cependant pas empêchés de faire, sous la direction de M. C. Dutoit, une très intéressante excursion aux grottes de Naye, et nous sommes certain que, malgré l'inclémence du temps, l'assemblée générale de Caux-Naye laissera un agréable souvenir à tous ceux qui ont eu le privilège d'y participer.

SÉANCE DU 1er JUILLET 1903.

Présidence de M. le Dr G. Krafft, président.

Le procès-verbal de l'assemblée générale de Caux est lu et adopté.

M. le Dr *Keser* est proclamé membre de la Société.

Il est donné lecture de la lettre de remerciements de M. le prof. Amé *Pictet,* membre honoraire.

Communications scientifiques.

M. **W. Morton** parle de l'élevage des *Phyllies. (Voir aux mémoires.)*

M. **S. Bieler** présente quelques objets qui ont été envoyés récemment au musée de l'Ecole d'agriculture :

1° Une *faucille* de Tunisie, de petite dimension, utilisée par les moissonneuses arabes qui prennent la paille à la main, presque sous les épis, et qui ne récoltent que ceux-ci, de manière à éviter la dispersion des mauvaises graines, comme cela aurait lieu par l'emploi de la faux ou des faucheuses.

Le tranchant de cette faucille est denté en scie fine.

2° Un *caveçon* pour chevaux et mulets, tel qu'on en utilise à Naples. Cette partie du harnachement est d'une grande puissance, mais ne paraît pas avoir une action aussi brutale que certains mors utilisés en Europe et surtout pas autant que le mors arabe. En outre, ce caveçon permet de donner à manger au cheval sans qu'on ait besoin de le débrider.

3° Un *fer de cheval* du Maroc, et un pied de cheval ferré avec un pareil fer. Au lieu de la forme traditionnelle que nous connaissons, le fer a la partie antérieure, la *pince,* rectiligne et laissant le sabot déborder en avant. En arrière, les deux branches sont soudées et forment un prolongement étroit qui s'appuie sur la fourchette, comme une sorte de coin entre les talons.

Au lieu d'avoir sous le pied une garniture qui suit le contour de la corne, le cheval marocain a une sorte de triangle, et cette ferrure, qui nous paraît irrationnelle, est pourtant la règle chez les Africains.

M. J. Perriraz. *Tableaux destinés à l'enseignement.* — Assez souvent il arrive que l'enseignement de certaines modifications ou transformations d'organes offre quelques difficultés. C'est pour faciliter la tâche du professeur et la compréhension chez les élèves que M. Perriraz a entrepris la composition d'un certain nombre de tableaux d'enseignement pour la botanique.

Transformation de la Feuille en Sépale.

C'est l'*Helleborus fœtidus* qui a été choisi à cet effet.

Nos 1-2. Feuilles normales.
3-5. Gaine et pétiole augmentent d'importance.
6-8. Commencement de la régression des folioles externes.
9-10. Disparition des folioles 1-9.
11. » » 2-8.
12-16. » » 3-7.
17-24. Prédominance du foliole terminal.
25-40. Changement dans la forme et la dimension de l'organe.
41-43. Formation du sépale.

La *Nymphaea alba* a donné la transformation des enveloppes florales.

Nos 1-15. Sépale, changement dans la forme et commencement de résorption chlorophyllienne.
16-29. Pièces sans lesquelles la chlorophylle disparaît insensiblement ; dans les derniers échantillons, elle n'existe plus que dans la nervure médiane et ensuite seulement à ses deux extrémités.
30-43. Fixation dans la forme du pétale.
44-62. Changement dans la forme et la grandeur pour le passage à l'étamine ; la largeur diminue et l'extrémité supérieure du pétale s'effile.
63. Apparition de l'anthère.
64-125. Etamines et leur développement. Régressions dans la longueur. Formation d'une courbure interne.
126-128. Carpelles complètement formés.

Stipules et Transformations.

Nos 1-11. Sépales de *Viola cornuta.* Dans les premiers échantillons, le stipule est complet ; puis prédominance du lobe médian, qui reste seul pour la formation du sépale.

12-30. *Potentilla Dombeyi.* Les mêmes termes de passage peuvent s'observer.

31. Stipules de *Cydonia japonica.*

32. » d'*Alchemilla alpina.*

33. » *geum inclinatum.*

LIBRAIRIE F. ROUGE & C^{IE}

LIBRAIRIE DE L'UNIVERSITÉ

rue Haldimand, 4, Lausanne.

TÉLÉPHONE N° 643

La Loi mosaïque, ses origines et son développement, son rôle dans le Judaïsme et dans le Christianisme primitif, par H. Trabaud, docteur en théologie et pasteur. Vol. in-8° . . . . Fr. 4.—

De l'utilisation des forces hydrauliques dans l'avant-projet du Code civil fédéral et dans quelques législations étrangères, par L. Robert, D^r en droit . . . . Fr. 3.—

La Gynécologie moderne, par le D^r Maurice Muret, professeur à l'Université de Lausanne. Leçon inaugurale . . . . . , 50 c.

L'arc élastique sans articulation, par G. Guidi, professeur à Turin, trad. par A. Paris, ingénieur. In-8°, avec planch. Fr. 3.—

A la Pinte, croquis par Turrian . . . . » 1.20

Manuel pratique à l'usage des propriétaires et des locataires. Bail à loyer, règlement de maisons, législations, formulaires de bail, par André Schnetzler, avocat. . . . . Fr. 1.—

Les Bourla Papey et la Révolution vaudoise, par Eug. Mottaz. In-12 avec portrait de Reymond . . . . Fr. 3.—

LA VIE DES ANIMAUX ILLUSTRÉE

Publiée sous la direction de **E. PERRIER**

Les Mammifères. Tome I. Vol. grand in-8°, avec 216 photogravures et 80 planches coloriées. Broché, 20 fr. Relié, 25 fr.

M. Perrier, membre de l'Institut, est Directeur du Musée d'Histoire naturelle de Paris, et son assistant, M. Meneyaux est l'auteur de ce premier volume. L'ouvrage paraît par fascicules mensuels, par monographies formant un tout complet ; chaque monographie se vend séparément.

EUGÈNE RAMBERT

DERNIÈRES POÉSIES

Les Gruyériennes. — Poésies diverses.

Deuxième édition. 1 vol. in-12°. Broché, 4 fr. ; relié avec toile, 5 fr. 50 ; Tranches dorées, 6 francs.

LIBRAIRIE F. ROUGE & Cie, LAUSANNE

NOUVEAU LAROUSSE ILLUSTRÉ

Dictionnaire encyclopédique en sept volumes. — Six volumes ont paru. Le septième est en cours de publication et sera terminé en juin de cette année.

Les six volumes parus contiennent plus de 175 000 articles, 36 000 gravures, 67 planches en couleurs et plus de 360 cartes. On peut juger par ces quelques chiffres de l'extraordinaire richesse de cette grande œuvre qui a sa place marquée dans toutes les familles et que de très grandes facilités de paiement mettent à la portée de tous.

Il tient compte des données les plus récentes de la science et de l'érudition dans toutes les branches des connaissances humaines.

Souscription à l'ouvrage complet, en volumes brochés, 200 francs ; en volumes reliés, 235 francs.

Le plus grand succès de la Librairie française. **170 000 souscripteurs.**

CHARLES VUILLERMET

LE VIEUX LAUSANNE

80 planches lithographiées d'après des aquarelles et dessins des XVIIme, XVIIIme et XIXme siècles. Album in-folio. — Nouvelle édition. — 12 fr.

L'accueil fait à cette intéressante publication nous a permis d'en faire une nouvelle édition conforme à la première, à un prix qui en permet l'acquisition aux personnes que le prix de la première édition empêchait de pouvoir se procurer.

Du même auteur :

PLAN DE LA CITÉ

Le quartier de la Cité, à Lausanne, reconstitué sur le plan de 1722, d'après des documents anciens. *Enceinte primitive*, indiquée en bleu ; *enceinte épiscopale*, en noir ; élargissement présumé par l'évêque Landry de Durnac, 1150-1177, en rouge. Les constructions entièrement disparues sont indiquées en teinte rouge. Avec légende explicative et notice sur la Cathédrale.

1 feuille 72 × 52 centimètres, 2 fr. 50.

La Suisse sous le pacte de 1815, par B. van Muyden. Tome I, 1813-1830. Tome II, 1830-1838. Chaque vol. séparément. Fr. 8.—

Lausanne. — Imp. Corbaz & Cie.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU CHAMP-DE-L'AIR

TABLEAUX MENSUELS

Année 1902.

Résumé météorologique.

Janvier 1902.

La température de ce mois est de 1°26, supérieure ainsi de 0°6 à la moyenne des 25 dernières années. Une période froide du 11 au 20 sépare deux périodes chaudes ; la première décade de janvier, en particulier, a été exceptionnellement douce, car sa température s'est élevée à 2°85.

Les extrêmes sont 7,7 le 3 et —4,5 le 16 ; il y a eu 21 jours de gel, 2 jours de non dégel et 10 journées à température moyenne au-dessous de zéro.

La température du sol s'est abaissée à $0^{m}25$, de 3°5 à 1°0, et à 1 mètre, de 4°9 à 3°8.

L'insolation a été de 79 h. 2, dépassant ainsi de 3 $^{1}/_{2}$ heures la moyenne. La pluie tombée au Champ-de-l'Air s'élève à $51^{mm}2$; la distribution de la chute de pluie est la suivante dans les stations vaudoises :

Observations pluviométriques.

Lausanne, Champ-de-l'Air .	$51^{mm}2$	Bex (Chiètres)	$50^{mm}5$
» Pierra Portay .	$43^{mm}9$	Bex-village	$46^{mm}2$
» Montétan . .	$38^{mm}6$	Chessel	$83^{mm}0$
Morges	$85^{mm}0$	Palézieux-gare	$100^{mm}9$
Cossonay	$47^{mm}4$	Payerne	$58^{mm}6$
Mimorey		Avenches	$46^{mm}7$
Chexbres	$75^{mm}0$	Montcherand	$44^{mm}8$
Vevey (Praz)	$81^{mm}6$	Sainte-Croix	$103^{mm}6$
Clarens	$67^{mm}2$	Sentier	$99^{mm}9$
Les Avants.	$100^{mm}0$	Château-d'Œx	$70^{mm}4$

M. Moreillon, inspecteur forestier, signale le chant de la grive musicienne, le 7 janvier, près Brethonnières.

I

Janvier 1902.

DATES	BAROMÈTRE	TEMPÉRATURE					
	Moyenne	7 h.	1 h.	9 h.	Moy.	Max.	Min.
1	717.6	2.9	7.4	3.9	4.7	9.2	0.5
2	11.6	4.4	5.1	5.8	5.1	6.0	2.5
3	17.4	7.8	10.4	5.0	7.7	11.0	5.0
4	19.7	1.0	6.9	4.2	4.0	9.0	1.0
5	19.2	5.0	6.0	3.2	4.7	7.4	3.5
6	25.7	1.4	4.4	1.8	2.5	6.0	1.0
7	27.7	0.8	5.6	0.6	2.3	7.2	0.0
8	26.7	—1.8	3.4	—1.4	0.1	4.6	—2.0
9	24.6	—2.4	0.3	—2.4	—1.5	1.8	—3.0
10	22.2	—1.8	0.0	—2.0	—1.3	2.0	—4.0
11	19.5	—3.2	—0.9	—2.1	—2.1	—0.2	—3.5
12	18.2	—2.8	—1.4	—2.2	—2.1	1.7	—2.9
13	18.4	—1.0	3.2	0.5	0.8	5.4	—3.0
14	20.8	—1.0	3.7	—0.4	0.8	4.7	—1.0
15	28.3	—4.0	—1.0	—4.0	—3.0	—0.2	—4.2
16	29.8	—2.2	1.1	1.7	0.2	2.5	—4.5
17	23.5	—0.8	3.6	0.4	1.1	5.1	—1.0
18	18.4	—1.0	0.4	0.2	—0.1	1.0	—3.0
19	21.0	—0.6	0.4	0.4	0.1	1.2	—1.0
20	24.6	—0.2	1.9	0.4	0.7	3.5	—0.5
21	25.0	0.0	3.6	0.0	1.2	4.9	—0.8
22	22.8	0.3	3.0	2.2	1.8	3.7	—1.5
23	19.2	1.2	4.4	—0.8	1.6	6.0	1.0
24	12.2	—0.2	4.6	4.4	2.9	8.0	—1.0
25	01.3	2.6	5.4	1.0	3.0	6.8	1.5
26	10.1	—2.8	0.2	—1.7	—1.4	2.7	—2.8
27	09.6	—2.0	—0.5	1.2	—0.4	1.2	—2.5
28	06.2	2.2	4.5	4.2	3.6	5.3	—0.5
29	09.8	2.4	4.3	0.6	2.4	6.7	1.8
30	14.5	1.4	—0.8	—1.7	—0.4	0.0	—1.5
31	12.4	—1.2	0.9	0.0	—0.1	1.3	—2.0
					1.26		

Janvier 1902.

PLUIE	SOLEIL	HUMIDITÉ	VENT Vitesse en km. à l'heure			Caractére du temps et température du sol.		
			7 h.	1 h.	9 h.			
Mm.	Heures	%				0m25	0m50	1m00
1.9	3.3	75	SE 3	S 0	SE 3			
12.9	—	100	SW 26	W 9	SW 22			
—	3.2	100	SW 2	SW 33	N 4	3.5;	3.6;	4.9.
—	7.1	92	N 0	NW 4	N 0			
0.4	—	73	N 0	NW 9	N 5			
—	7.1	72	NE 9	SE 7	N 6			
—	7.1	62	NE 0	E 2	N 0	1.6;	3.1;	4.9.
—	6.3	70	NE 0	SE 7	S 2			
—	2.0	71	SE 6	SE 5	SE 0			
—	1.2	98	SE 0	E 0	E 0	1.0;	3.5;	4.5.
—	—	100	SE 0	SE 0	E 0			
—	1.1	81	SE 5	SE 4	SE 0			
—	5.0	78	SE 0	E 0	SE 0			
—	2.0	89	E 0	E 6	NE 20	1.0;	2.4;	4.2.
—	7.2	80	NE 35	NE 26	NE 13			
—	—	80	NE 0	N 5	N 0			
—	4.2	83	NE 1	SE 6	SE 2	0.8;	2.3;	4.0.
—	—	100	SE 0	SE 0	SE 0			
—	—	84	NE 9	E 7	NE 0			
—	0.2	87	E 0	NE 0	W 0			
—	5.0	89	W 0	SW 2	SW 2	0.8;	2.0;	4.0.
—	—	93	SW 0	SW 6	NE 0			
—	5.1	89	NE 0	NW 7	NE 1			
10.0	6.1	86	NW 0	NW 3	SW 6	0.8;	2.0;	3.8.
4.3	—	76	SW 24	SW 39	S 8			
4.2	2.1	83	NW 4	W 20	W 7			
13.2	—	100	SW 27	W 13	W 11			
3.4	—	91	SW 16	SW 23	SW 35	1.0;	2.1;	3.8.
0.9	0.2	89	SW 20	W 12	NE 7			
—	0.1	76	NE 14	NE 15	NE 15			
—	—	74	NE 30	NE 30	NE 11	1.0;	2.1;	3.8.
51.2	79.2							

Résumé météorologique.

Février 1902.

La température de ce mois 0.69 est inférieure à la moyenne des 25 ans qui est 1°34. La décade la plus froide a eu lieu du 11 au 20 avec — 0.66 ; en revanche la moyenne des huit derniers jours s'est élevée à 2°37.

Les extrêmes ont été 8°0 le 23 et — 7°5 le 2 ; il y a eu 17 jours de gel, 4 jours de non dégel et 7 journées à température moyenne inférieure à 0°.

L'insolation de 63 h. 3 est inférieure à la moyenne qui est de 102 heures.

La chute de pluie de 150^{mm}2 est presque trois fois supérieure à la chute moyenne en février.

Observations pluviométriques.

Lausanne, Champ-de-l'Air .	150^{mm}2	Bex (Chiètres)	?
» Montétan . . .	146^{mm}6	Bex (village)	80^{mm}1
» Pierra-Portay .	139^{mm}7	Chessel	104^{mm}3
Morges	140^{mm}0	Palézieux (gare) . . .	155^{mm}1
Cossonay	122^{mm}1	Payerne.	89^{mm}0
Mimorey.	?	Avenches	81^{mm}6
Chexbres	115^{mm}4	Montcherand	93^{mm}1
Vevey (Praz)	109^{mm}2	Sainte-Croix	153^{mm}3
Clarens	96^{mm}2	Sentier	120^{mm}8
Les Avants.	125^{mm}0	Château-d'Œx	84^{mm}5

Résumé météorologique.

Mars 1902.

Le mois de mars a été thermiquement presque normal 4°92 au lieu de 4°45 ; la température s'est élevée régulièrement de 4°41 du 1 au 10, à 4°67 du 11 au 20 et enfin à 5°60 du 21 au 31. On compte 6 jours froids ; le maximum absolu 15°9 a eu lieu le 19 ; le minimum —5°5 le 13.

L'insolation est inférieure à la moyenne ; 141 h. au lieu de 152 ; la chute de pluie est exactement le double de la moyenne 118 mm. au lieu de 59 mm.

Enfin la température du sol qui était comprise entre 3°3 et 3°8 le 3 mars variait de 4°8 à 5°2 à la fin du mois de 0$^{\text{m}}$25 à 1 mètre.

Observations pluviométriques.

Lausanne, Champ-de-l'Air	118$^{\text{mm}}$0	Bex (village)	134$^{\text{mm}}$5
Montétan	99$^{\text{mm}}$3	Chessel	138$^{\text{mm}}$2
Pierra-Portay	118$^{\text{mm}}$4	Palézieux-gare	158$^{\text{mm}}$1
Morges	116$^{\text{mm}}$0	Payerne	110$^{\text{mm}}$2
Cossonay	91$^{\text{mm}}$7	Avenches	76$^{\text{mm}}$6
Chexbres	145$^{\text{mm}}$9	Montcherand	78$^{\text{mm}}$0
Vevey (Praz)	153$^{\text{mm}}$6	Sainte-Croix	176$^{\text{mm}}$5
Clarens	137$^{\text{mm}}$6	Sentier	155$^{\text{mm}}$4
Les Avants	229$^{\text{mm}}$0	Château-d'Œx	164$^{\text{mm}}$5
Bex (Chiètres)	123$^{\text{mm}}$0		

II

Février 1902.

DATES	BAROMÈTRE	TEMPÉRATURE					
	Moyenne	7 h.	1 h.	9 h.	Moy.	Max.	Min.
1	706.5	— 1.6	— 5.2	— 6.2	— 4.3	— 1.5	— 1.9
2	11.1	— 7.0	— 3.0	— 4.8	— 4.9	— 1.5	— 7.5
3	10.7	— 5.2	0.8	— 1.2	— 1.9	2.1	— 5.2
4	11.1	— 0.4	1.6	— 1.0	0.1	5.3	— 2.4
5	12.0	— 3.0	2.0	— 2.0	— 1.0	5.5	— 3.5
6	07.1	— 1.6	3.7	4.6	2.2	7.1	— 2.5
7	04.5	4.8	5.4	6.2	5.5	7.0	3.4
8	05.9	4.8	3.7	2.8	3.8	6.2	4.0
9	02.6	3.0	3.2	3.5	3.2	5.0	2.0
10	05.1	2.8	5.6	3.8	4.1	7.9	0.5
11	09.1	0.2	0.4	— 0.6	0.0	1.8	— 0.3
12	05.9	— 1.0	1.0	0.3	0.1	4.3	— 1.5
13	03.7	— 0.6	0.8	0.0	0.1	3.2	— 0.8
14	06.9	0.0	0.8	— 0.8	0.0	2.6	— 0.5
15	11.5	— 3.0	— 2.3	— 5.0	— 3.4	— 0.9	— 3.5
16	09.8	— 4.6	— 3.8	— 5.7	— 4.7	— 2.8	— 5.5
17	08.8	— 4.7	0.3	— 2.1	— 2.2	3.2	— 6.0
18	11.9	— 1.2	2.8	1.1	0.9	5.6	— 3.0
19	11.5	0.7	2.6	1.2	1.5	5.1	0.3
20	14.1	0.0	3.4	— 0.2	1.1	6.0	0.0
21	15.6	— 0.4	3.0	— 0.4	0.7	5.5	— 1.5
22	15.3	— 2.0	4.0	— 0.2	0.6	7.5	— 2.5
23	14.4	— 1.2	5.5	1.2	1.8	8.0	— 1.5
24	09.2	0.6	4.5	2.6	2.6	6.0	0.4
25	04.9	1.8	5.7	3.7	3.7	7.3	1.5
26	05.4	2.3	5.8	4.0	4.0	8.7	2.0
27	04.8	1.2	3.8	2.6	2.5	5.2	0.6
28	05.9	1.0	5.3	3.0	3.1	6.3	0.6
					0.69		

Février 1902.

PLUIE	SOLEIL	HUMIDITÉ	VENT Vitesse en km. à l'heure			Caractère du temps et température du sol		
			7 h.	1 h.	9 h.			
Mm.	Heures	%				0m25	0m50	1m00
0.1	0.3	79	NE 36	NE 31	NE 6			
—	—	87	NE 6	N 0	NE 0			
3.3	1.1	89	NE 0	NW 0	SW 6			
1.4	0.1	91	SW 0	SW 0	W 2	0.6;	2.0;	3.6.
—	8.1	76	NE 8	SE 5	SE 5			
20.8	—	94	SE 0	SE 0	SE 0			
21.3	—	100	E 3	SE 6	SE 0	0.5;	1.8;	3.5.
7.3	—	99	SE 0	SW 24	SW 18			
19.0	—	91	SW 13	SW 30	N 4			
1.6	7.3	77	N 2	W 21	SW 18			
3.0	—	95	W 0	S 0	SW 7	1.6;	2.2;	3.1.
6.9	—	96	E 0	E 0	E 0			
14.5	—	100	NE 0	NE 4	NE 0			
9.8	—	101	NE 0	NE 0	N 3	1.3;	2.3;	3.4.
0.1	—	90	N 8	NE 18	NE 30			
—	0.2	89	NE 30	NE 6	NE 11			
—	2.1	79	N 1	W 5	W 4			
—	4.2	88	N 0	SW 3	S 3	0.9;	2.1;	3.2.
—	4.1	87	NE 15	NE 9	NE 3			
—	6.3	79	NE 13	SW 5	NE 8			
—	6.0	88	NE 4	W 8	N 4	1.0;	2.0;	3.1.
—	9.0	93	N 0	S 3	S 0			
—	9.3	68	SE 4	S 5	SE 7			
2.0	—	84	SE 0	SE 7	E 5			
1.4	—	91	E 0	SE 5	SE 0	1.6;	2.2;	3.3.
0.2	2.2	98	SE 0	SE 0	SE 0			
24.5	—	100	SE 0	SE 7	SW 0			
13.0	—	98	W 0	SW 5	SE 5	1.9;	2.8;	3.2
150.2	63.3							

Mars 1902.

DATES	BAROMÈTRE	TEMPÉRATURE					
	Moyenne.	7 h.	1 h.	9 h.	Moy.	Max.	Min.
1	705.6	1.8	4.0	4.4	3.4	7.5	0.5
2	12.6	4.2	9.3	5.8	6.4	10.0	3.5
3	13.6	3.9	7.2	6.0	5.7	10.0	3.3
4	12.6	1.0	4.2	2.3	2.5	5.7	0.5
5	15.0	0.1	6.4	2.7	3.1	9.4	—0.5
6	15.0	0.6	6.7	5.0	4.1	11.8	0.1
7	06.7	0.1	9.4	6.6	5.4	13.4	—0.3
8	09.3	1.1	10.4	6.0	5.8	11.5	1.0
9	11.1	3.6	5.6	4.5	4.6	5.9	3.1
10	11.2	3.7	3.9	1.8	3.1	5.0	3.3
11	12.7	—1.0	4.6	1.6	1.4	7.3	—1.5
12	12.8	—0.2	7.2	4.2	3.7	9.7	—1.0
13	15.5	—0.2	7.3	3.5	3.5	9.5	—5.5
14	18.3	1.8	9.5	6.2	5.8	13.1	1.3
15	16.2	6.3	5.0	4.7	5.3	6.7	5.5
16	17.0	3.8	5.3	1.1	3.4	8.6	3.5
17	19.2	0.0	7.0	3.9	3.6	9.0	—0.7
18	16.7	1.1	7.4	4.6	4.4	11.6	0.8
19	14.7	1.8	11.2	8.6	7.2	15.9	1.1
20	11.6	4.0	12.3	9.0	8.4	15.1	3.5
21	05.2	6.0	11.8	10.4	9.4	14.3	5.5
22	03.4	2.7	1.6	1.9	2.1	3.5	2.5
23	03.8	0.4	7.0	3.4	3.6	9.3	0.0
24	08.7	1.8	5.8	2.6	3.4	9.0	0.5
25	09.4	0.8	6.0	4.8	3.9	7.0	0.0
26	14.4	3.4	5.4	6.5	5.1	8.5	2.6
27	15.2	1.2	3.4	5.0	3.2	6.0	1.0
28	14.8	5.8	11.2	7.6	8.2	14.0	3.0
29	13.7	6.8	10.3	7.0	8.0	12.0	5.9
30	11.8	9.0	7.0	4.7	6.9	10.0	6.2
31	13.0	5.6	9.8	8.2	7.9	11.5	3.8
					4.92		

Mars 1902.

PLUIE	SOLEIL	HUMIDITÉ	VENT Vitesse en km. à l'heure.			Caractère du temps et température du sol.		
			7 h.	1 h.	9 h.			
Mm.	Heures.	%				0m25	0m50	1m00
6.0	0.1	100	S 0	SW 21	SW 7			
0.2	1.0	88	SW 0	SW 13	NW 0			
—	5.3	82	NW 0	SW 6	NE 0			
—	1.1	88	NE 8	NE 20	NE 11	3.3	3.9	3.8
—	9.1	80	NE 9	SW 4	N 0			
—	10.0	63	E 4	SE 0	SE 5			
—	10.1	49	E 4	SE 1	NE 8	2.3	3.5	4.0
2.8	8.2	62	NE 0	NE 7	NW 12			
3.8	—	100	SE 0	SW 19	NW 4			
4.2	—	95	NW 0	SW 3	NE 15			
—	8.3	78	NE 2	SW 7	NE 0	2.7	3.8	4.2
—	9.2	62	SE 0	NE 3	NE 8			
—	4.0	73	NE 0	SE 2	SE 0			
—	7.3	69	SE 0	SE 3	SE 0	3.0	3.8	4.4
4.1	—	95	SW 26	SW 18	SW 2			
4.8	3.3	92	W 4	SE 6	NE 2			
—	9.3	63	NE 13	NE 10	NE 14			
—	9.3	70	NE 15	SE 0	SE 5	3.3	4.3	4.7
—	10.2	59	SE 0	SE 0	S 6			
3.0	9.1	72	W 0	SW 12	SW 20			
13.5	5.0	69	SW 8	SW 20	SW 0	5.5	5.0	5.0
25.7	—	100	SW 0	SW 0	W 0			
2.2	3.2	88	NW 0	SW 3	W 15	Neige.		
5.5	5.3	88	SW 0	SW 12	SW 9	Peu de neige.		
8.3	0.2	82	SW 7	SW 30	SW 0	Neige. 4.0	5.0	5.2
4.3	1.2	83	W 0	SW 6	SW 11			
15.2	—	100	SW 27	SW 7	W 5			
2.0	4.0	92	W 13	W 13	W 0	4.8	5.0	5.2
3.1	—	92	W 5	W 21	W 18			
8.9	1.1	96	W 8	N 10	E 0			
0.4	—	100	NW 0	W 9	S 0			
118.0	140.3							

Résumé météorologique.

Avril 1902.

Nous apprenons depuis trois semaines environ qu'un beau mois d'avril ne fait pas le printemps, car le mois de mai nous fait payer chèrement les faveurs exceptionnelles d'avril. La température du mois passé a été de 11.04 c'est-à-dire supérieure de 2° à la moyenne de 25 ans. La décade la plus chaude est celle du 11 au 20 avec 12°6 ; les extrêmes ont été de 22°8 le 15 et 5°5 le 7.

La température du sol qui était sensiblement constante à 6°3 de $0^{m}25$ à 1 mètre, atteignait 11°2 dans la même couche à la fin du mois.

L'insolation est un peu inférieure à la moyenne des dix dernières années 176 $^{1}/_{4}$ h. au lieu de 187.

Les hirondelles ont fait leur apparition au Champ-de-l'Air le 13.

La répartition de la pluie dans les stations vaudoises est donnée dans le tableau suivant il y a eu à Lausanne un léger excès sur la moyenne : 78 mm. au lieu de 74.

Lausanne, Champ-de-l'Air	$78^{mm}0$	Bex (village)	$62^{mm}1$
» Montétan	$71^{mm}6$	Chessel	$62^{mm}3$
» Pierra-Portay	$76^{mm}5$	Palézieux (gare)	$98^{mm}3$
Morges	$63^{mm}3$	Payerne	$84^{mm}0$
Cossonay	$54^{mm}3$	Avenches	$84^{mm}2$
Chexbres	$80^{mm}2$	Montcherand	$73^{mm}6$
Vevey (Praz)	$69^{mm}1$	Valleyres s/ Rances	$74^{mm}4$
Clarens	$65^{mm}6$	Sainte-Croix	$97^{mm}9$
Les Avants	$106^{mm}0$	Sentier	$103^{mm}5$
Bex (Chiètres)	$59^{mm}4$	Château-d'OEx	$88^{mm}5$

Résumé météorologique.

Mai 1902.

La température moyenne de mai 1902 a été de 9°15. C'est, croyons-nous, la température la plus basse observée dans notre région en mai depuis 1826. La chaleur moyenne est en effet 12°68 à Lausanne (1874-98) et 13°2 à Genève de 1826 à 1875; or, dans cette période, nous trouvons les mois de mai froids suivants: 10.7 en 1836; 10.6 en 1837; 10.5 en 1851; 10.43 en 1874; enfin, 10.4 en 1887.

A plusieurs reprises la gelée a menacé ou même sévi sur quelque partie du pays, en particulier du 8 au 11. Les extrêmes ont été 25° le 29 et 0°3 le 7; mais on a observé sur le sol — 3°0.

Naturellement la température du sol à 1 m. ne s'est pas élevée, elle a varié seulement de 10°3 le 2 à 11°0 le 30.

Ce mois a été non seulement froid, mais exceptionnellement nébuleux, le nombre des heures de soleil a été de 114 $^1/_2$, tandis que la moyenne de 10 ans donne pour Lausanne 217 heures, c'est un déficit de plus de 100 heures, très grave au printemps; à cet égard également le mois de mai 1902 est particulièrement mauvais, c'est le moins ensoleillé depuis 1887, celui qui s'en rapproche le plus est mai 1898, avec 147 heures.

La chute de pluie n'a rien d'exceptionnel, elle est même un peu inférieure à la moyenne, 88 mm. au lieu de 96; mais en revanche le nombre des jours où il a plu a été très grand: on en compte 18, dont plusieurs avec de faibles chutes d'eau, il est vrai.

La répartition de la pluie dans les stations vaudoises est la suivante:

Lausanne, Champ-de-l'Air	88^{mm}1	Bex-village	108^{mm}3
» Pierra Portay	82^{mm}3	Chessel	132^{mm}0
» Montétan	88^{mm}2	Palézieux-gare	214^{mm}1
Morges	93^{mm}1	Payerne	82^{mm}8
Cossonay	78^{mm}4	Avenches	78^{mm}3
Chexbres	126^{mm}2	Montcherand	83^{mm}8
Vevey (Praz)	125^{mm}3	Valleyres sous Rances	106^{mm}6
Clarens	101^{mm}7	Sainte-Croix	190^{mm}9
Les Avants	226^{mm}0	Sentier	
Bex (Chiètres)	116^{mm}2	Château-d'Œx	154^{mm}0

IV

Avril 1902.

DATES	BAROMÈTRE	TEMPÉRATURE					
	Moyenne	7 h.	1 h.	9 h.	Moy.	Max.	Min.
1	708.6	5.2	13.0	11.0	9.7	17.5	4.5
2	7.8	10.5	13.2	10.8	11.5	17.0	9.5
3	10.2	9.6	15.9	12.2	12.6	18.0	8.6
4	14.4	9.4	12.8	9.0	10.4	16.0	9.0
5	12.9	6.2	13.4	9.0	9.5	17.0	3.5
6	11.7	8.6	13.6	5.0	9.1	17.5	7.5
7	14.6	2.6	9.3	4.6	5.5	10.8	1.0
8	14.4	1.4	9.7	7.4	6.2	13.4	0.0
9	12.5	6.0	12.6	7.1	8.6	14.1	4.0
10	9.7	7.3	12.9	9.2	9.8	13.5	5.5
11	8.4	8.2	14.6	10.2	11.0	16.0	6.0
12	8.8	9.8	16.6	12.0	12.8	18.7	7.5
13	9.8	10.3	16.5	13.0	13.3	19.2	9.0
14	9.2	10.0	16.4	13.6	13.3	18.2	7.9
15	8.3	11.3	18.6	14.4	14.8	22.8	10.5
16	9.9	12.3	17.4	10.2	13.3	19.8	11.5
17	12.7	9.4	9.4	8.8	9.2	11.5	8.9
18	13.9	9.0	13.0	11.5	11.2	15.5	8.0
19	14.9	9.4	17.0	13.0	13.1	20.4	7.5
20	17.3	13.0	18.0	11.8	14.3	20.8	7.5
21	18.0	10.9	17.2	12.6	13.6	20.2	9.6
22	12.0	10.8	17.2	14.7	14.2	21.5	7.2
23	11.0	10.2	13.7	11.8	11.9	16.5	9.5
24	12.6	11.1	17.2	11.8	13.4	19.3	9.6
25	12.8	10.0	17.3	14.6	14.0	20.6	7.8
26	6.9	12.6	16.9	10.4	13.3	18.1	10.0
27	5.9	10.3	14.9	10.0	11.7	17.0	8.6
28	6.7	5.7	5.1	6.6	5.8	8.5	4.7
29	9.1	4.0	7.8	6.1	6.0	13.4	3.6
30	12.2	6.6	11.2	6.4	8.1	14.0	3.5
					11.04		

Avril 1902.

PLUIE	SOLEIL	HUMIDITÉ	VENT Vitesse en km. à l'heure			Caractère du temps et température du sol		
			7 h.	1 h.	9 h.			
Mm.	Heures	%				0m25	0m50	1m00
—	10.0	78	SE 0	S 6	S 4	6.5	6.3	6.0
0.5	0.3	81	W 0	NE 6	N 0			
2.1	4.0	86	N 0	W 13	E 7			
0.2	3.3	76	NE 7	SW 0	NW 0	9.3	8.1	6.5
—	11.1	70	NW 0	W 10	SW 0			
—	3.1	57	W 5	W 19	N 16			
—	11.3	64	NE 14	NE 27	NE 27			
—	9.3	77	NE 0	S 1	NW 2	7.0	8.0	7.2
5.1	2.2	81	SE 0	SE 7	W 8			
3.3	2.0	69	NE 13	SW 5	NE 0			
0.2	4.2	72	E 0	SW 3	SW 0	9.0	8.5	7.5
3.0	8.0	77	SW 0	SW 8	N E 4			
—	6.2	68	NE 3	W 6	W 0	Hirondelles.		
—	7.3	62	NE 0	SE 0	SE 0			
0.2	6.1	71	W 1	SE 4	NW 6	11.8 Ecl.	10.5 Ton.	8.5
22.4	2.3	85	NW 0	SW 3	NE 0	Orage dès 7 h. m.		
7.1	—	100	E 0	SW 8	SW 0			
0.1	1.2	73	NE 0	NE 13	N 0	11.5	11.1	9.2
—	11.2	62	NE 0	SW 8	SE 0			
8.7	7.0	69	SE 0	S 1	NW 0			
—	10.2	71	W 0	SW 6	NE 12			
9.8	11.1	62	NE 0	SW 10	W 4	12.3	11.9	9.9
1.0	0.1	85	SW 2	SW 0	NE 7			
—	4.1	82	NE 0	S 6	NW 13			
—	9.1	72	NW 0	W 8	E 6	12.8	12.2	10.2
10.8	4.0	85	E 0	S 4	SE 0			
—	6.2	81	E 0	NE 9	NE 20			
2.4	—	84	NE 7	NE 1	N 3			
0.9	5.3	81	N 4	W 6	NE 10	11.0	12.0	10.7
0.2	9.3	44	NE 11	NE 3	N 4			
78.0	176 1/4							

V

Mai 1902.

DATES	BAROMÈTRE	TEMPÉRATURE					
	Moyenne	7 h.	1 h.	9 h.	Moy.	Max.	Min.
1	710.1	4.0	5.9	5.3	5.1	7.5	3.9
2	12.2	6.1	8.6	7.7	7.5	12.1	5.0
3	11.9	8.0	13.0	8.0	9.7	14.7	6.9
4	12.6	7.4	11.3	6.6	8.4	13.2	6.5
5	15.0	5.8	7.8	4.0	5.9	10.3	4.0
6	16.5	4.6	6.2	2.8	4.5	9.3	2.5
7	14.7	3.4	8.5	3.0	5.0	11.5	0.3
8	11.6	2.2	4.6	2.8	3.2	5.8	1.6
9	7.6	1.9	5.6	4.2	3.9	7.0	1.4
10	7.7	4.8	9.6	6.2	6.9	11.7	2.5
11	10.4	6.2	8.3	5.0	6.5	12.3	2.2
12	10.7	5.8	11.6	5.6	7.7	13.7	3.4
13	9.8	6.7	13.3	7.2	9.1	15.2	4.4
14	10.2	5.8	9.6	5.3	6.9	12.3	4.5
15	11.8	5.4	12.8	9.0	9.1	14.4	2.9
16	12.9	6.8	11.0	9.5	9.1	11.7	5.0
17	10.3	7.6	10.0	10.4	9.3	12.8	6.5
18	8.3	7.0	7.4	5.4	6.6	11.1	5.5
19	6.6	5.1	6.6	3.9	5.2	8.0	3.5
20	11.4	3.7	8.6	4.8	5.7	10.0	2.5
21	16.2	5.0	9.6	6.3	7.0	14.0	1.0
22	20.2	7.4	7.5	6.4	7.1	10.5	4.0
23	18.7	6.0	11.2	7.9	8.4	13.0	2.7
24	22.3	7.6	13.4	10.8	10.6	15.0	5.1
25	22.5	11.0	17.0	13.1	13.7	18.5	7.0
26	19.1	12.4	17.6	13.6	14.5	21.8	8.5
27	16.4	12.0	19.6	14.4	15.3	22.7	7.5
28	13.9	14.0	23.0	17.8	18.3	25.0	9.4
29	12.7	15.8	22.5	16.6	18.3	25.0	12.0
30	11.4	14.6	19.0	14.8	16.1	22.3	11.5
31	9.1	15.3	22.0	19.0	18.8	23.3	12.7
					9.15		

Mai 1902.

PLUIE	SOLEIL	HUMIDITÉ	VENT Vitesse en km. à l'heure			Caractère du temps et température du sol.		
			7 h.	1 h.	9 h.			
Mm.	Heures	%				0m25	0m50	1m00
4.6	—	100	W 10	SW 23	NW 10			
—	2.1	74	NW 1	W 6	SW 2	9.7;	10.6;	10.3.
9.3	1.1	77	SW 12	SW 30	SW 10			
3.2	—	85	SW 4	S 0	SE 6			
5.4	2.2	87	NW 0	SE 12	NE 2			
1.1	0.3	88	SW 22	SW 4	NE 4	9.0;	10.0;	10.0.
0.2	1.2	69	NE 0	NW 8	N 7			
0.2	—	77	NE 29	NE 34	NE 27	t = — 0.5 sur sol.		
0.3	—	86	NE 16	NE 15	NE 15	7.2;	9.2;	9.6.
—	8.2	75	NE 24	NE 22	NE 23			
2.5	2.1	75	NE 0	SE 0	NE 0	t = — 3.2 sur sol.		
—	8.0	66	NE 5	SW 5	E 7			
2.0	3.1	73	NE 0	SW 8	S 0			
—	3.1	67	N 0	SE 7	SW 0			
0.8	6.2	50	NE 9	SW 9	SW 12			
6.5	—	84	SW 18	SW 30	SW 21	11.0;	11.0;	9.8.
39.6	—	100	SW 21	SW 15	SW 25			
7.0	2.2	76	SW 19	SW 15	SW 5			
2.6	0.1	82	SW 8	SW 22	NE 0			
0.7	5.0	69	N 0	SW 0	NE 15	9.2;	10.0;	10.0.
—	6.0	61	NE 2	SW 0	NE 12			
2.0	0.1	72	NE 0	N 11	N 9			
—	5.1	57	N 0	NE 9	NE 27	9.2;	10.0;	9.8.
—	0.1	53	NE 0	NE 14	NE 12			
—	7.2	63	NE 0	N 0	NE 6			
—	7.1	58	NE 0	N 0	NE 18			
—	11.3	49	NE 0	SW 5	NE 5	12.9;	12.0;	10.1.
—	12.2	49	NE 0	SW 11	S 0			
0.1	9.2	50	SW 0	SW 8	NW 0			
—	6.1	59	NW 0	SW 4	SW 7	15.5;	14.0;	11.0
—	0.1	42	SE 0	E 9	E 18			
88.1	114.2							

Résumé météorologique.

Juin 1902.

La température moyenne de Juin 1902 est de 15°69 c'est-à-dire de près de 1° inférieure à la normale qui est de 16°61. — Ce résultat est dû surtout à la période froide et sombre du 7 au 21 ; la répartition de la température par décades est la suivante du 1 au 10 : 16°7 ; du 11 au 20 : 11°9 ; du 21 au 30 : 18°5. — Les extrêmes ont été 29° le 30 et 6°3 le 15.

La température du sol s'est élevé de 17°5 à 18°5 à 0^{m}25, et de 12°4 à 14°6 à 1 mètre de profondeur.

L'insolation de 215 heures est de 10 heures inférieure à la moyenne. La répartition de la pluie est la suivante :

Lausanne, Champ-de-l'Air	54^{mm}6	Chessel	85^{mm}0
Pierra-Portay	49^{mm}2	Palézieux-gare	?
Montétan	60^{mm}6	Payerne	36^{mm}1
Morges	60^{mm}7	Avenches	41^{mm}0
Cossonay	? 35^{mm}4	Montcherand	63^{mm}9
Chexbres	83^{mm}4	Valleyres s/Rances	47^{mm}6
Vevey (Praz)	66^{mm}5	Sainte-Croix	?
Clarens	54^{mm}0	Sentier	74^{mm}1
Les Avants	97^{mm}0	Château-d'Œx	69^{mm}3
Bex (Chiètres)	43^{mm}4	Yverdon	37^{mm}2
Bex (village)	?		

Résumé météorologique.

Juillet 1902.

Au début, juillet a fait oublier, par sa haute température, le froid du printemps et de la première partie de l'été ; du 1 au 10, la moyenne est de 21°74 ; elle descend du 11 au 20 à 18°97 et tombe du 21 au 31 à 17°41. La moyenne du mois est pourtant supérieure à celle des vingt-cinq années précédentes, 19°31 au lieu de 18°42. La journée la plus chaude a été celle du 8 avec 26°3 et un maximum de 33°2, la plus froide est celle du 22 avec 13°6, le minimum absolu de 8° a eu lieu le 23.

La température du sol a baissé de 20°0 à 17°9 à 0$^{\text{m}}$25, tandis qu'elle a continué à s'élever de 15°5 à 16°6 à 1 m.

Le nombre d'heures de soleil est supérieur à la moyenne 276,2 au lieu de 252,8 ; enfin, la chute de pluie est en revanche inférieure à la normale, elle est de 77$^{\text{m}}$8 au lieu de 108.

Les observations des stations vaudoises donnent les résultats suivants :

Lausanne, Champ-de-l'Air	77$^{\text{mm}}$8	Chessel	125$^{\text{mm}}$8
» Pierra Portay	77$^{\text{mm}}$6	Palézieux-gare	106$^{\text{mm}}$7
» Montétan	85$^{\text{mm}}$5	Payerne	71$^{\text{mm}}$5
Morges	69$^{\text{mm}}$2	Avenches	55$^{\text{mm}}$8
Cossonay	74$^{\text{mm}}$1	Montcherand	42$^{\text{mm}}$1
Chexbres	105$^{\text{mm}}$6	Valleyres sous Rances	77$^{\text{mm}}$8
Vevey (Praz)	129$^{\text{mm}}$9	Sainte-Croix[2]	64$^{\text{mm}}$3
Clarens	121$^{\text{mm}}$4	Sentier	59$^{\text{mm}}$8
Les Avants	156$^{\text{mm}}$0	Château-d'Œx	198$^{\text{mm}}$2
Bex (Chiètres)	120$^{\text{mm}}$2	Yverdon	58$^{\text{mm}}$1
Bex-village[1]	107$^{\text{mm}}$4		

Le mois de juillet a été très orageux. Les observations du Champ-de-l'Air donnent les résultats suivants : le 1er, éclairs dès 8 h. 45 soir au SW, tonnerre au SE à 10 h. Le 10, à 2 h. matin, violent orage, un peu de grêle, dégâts importants à La Chaux. Le 15, orage à 1 h. 15, dure toute l'après-midi jusqu'à 8 h. 40 soir. Le 16, tonnerre de 2 h. 30 à 4 h. Le 19, orage dès 3 h. 30 à l'est. Le 31, tonnerre à l'ouest, plusieurs orages dans l'après-midi.

---

[1] En juin, 51,1. — [2] En juin, 71,5.

Juin 1902.

DATES	BAROMÈTRE	TEMPÉRATURE					
	Moyenne	7 h.	1 h.	9 h.	Moy.	Max.	Min.
1	710.7	17.4	26.5	20.0	21.3	29.0	12.1
2	14.5	18.1	25.3	21.7	21.7	28.9	13.5
3	14.0	19.8	26.6	19.0	21.8	29.1	15.1
4	15.0	16.4	24.7	16.1	19.1	25.9	13.0
5	16.6	14.4	19.0	15.2	16.2	20.5	12.3
6	13.6	14.2	21.6	15.0	16.9	22.9	11.0
7	9.7	13.8	15.1	12.2	13.7	17.2	9.5
8	7.8	10.0	11.4	10.2	10.5	15.0	8.5
9	6.9	10.2	17.1	12.6	13.3	19.0	8.0
10	7.2	11.8	14.6	11.2	12.5	15.9	9.5
11	8.5	12.4	13.3	11.8	12.5	15.0	9.4
12	7.4	11.5	18.8	16.2	15.5	21.9	8.5
13	9.5	11.6	16.4	11.0	13.0	18.4	10.5
14	12.6	8.2	8.4	7.0	7.9	12.0	6.5
15	11.5	8.4	14.0	9.6	10.7	16.4	6.3
16	11.8	9.6	13.3	9.0	10.6	17.3	7.2
17	13.1	9.4	12.6	7.6	9.9	15.8	7.0
18	15.2	10.1	13.8	10.8	11.6	18.8	6.3
19	10.9	11.2	18.6	14.2	14.7	21.9	7.7
20	9.0	12.8	12.6	11.2	12.2	14.0	11.0
21	16.4	10.4	15.8	12.0	12.7	16.0	8.9
22	19.2	12.5	20.6	15.8	16.3	22.6	8.5
23	19.6	14.7	22.8	18.2	18.6	25.0	10.4
24	17.8	16.8	24.0	19.0	19.9	25.6	13.2
25	13.6	16.0	22.2	15.6	17.9	23.0	14.0
26	15.4	14.4	21.8	18.3	18.2	25.8	10.5
27	17.8	15.6	24.2	19.4	19.7	26.6	11.7
28	16.7	16.5	24.6	19.6	20.2	28.0	12.3
29	16.3	17.3	24.2	18.0	19.8	28.3	16.5
30	14.9	19.4	26.0	20.0	21.8	29.0	14.5
					15.69		

Juin 1902.

PLUIE	SOLEIL	HUMIDITÉ	VENT Vitesse en km. à l'heure.			Caractère du temps et température du sol.		
			7 h.	1 h.	9 h.			
Mm.	Heures	%				0m25	0m50	1m00
—	12.1	39	N 0	SE 5	S 0			
—	12.1	51	SE 0	S 5	NE 6			
0.6	9.1	57	NE 0	SW 6	SW 6	17.5	15.4	12.4
3.9	7.3	76	N 1	SW 10	N 0			
—	1.3	72	NW 5	SW 0	NE 11			
—	10.0	54	E 1	SW 11	N 2	17.0	16.0	13.3
6.7	—	81	N 4	W 19	SW 11			
0.7	2.3	76	SW 12	SW 19	W 5			
0.7	5.2	70	W 0	SW 15	NW 5			
—	—	85	NE 0	SW 0	N 0	15.0	14.9	13.3
1.4	—	87	NE 0	SW 0	NE 0			
7.3	10.2	65	NE 0	SW 4	SE 0			
4.0	3.1	80	SW 0	SW 27	SW 7	15.8	15.1	13.2
2.0	2.3	89	SW 23	SW 31	SW 0			
—	5.0	77	SW 5	SW 8	E 11			
—	6.1	65	E 3	S 9	E 12			
10.0	3.1	81	E 17	N 19	N 7	14.3	14.6	13.0
0.8	4.2	79	N 3	N 8	N 0			
—	13.0	69	N 2	N 8	SW 6			
13.3	0.2	100	E 0	SW 17	SW 15	15.5	15.0	13.0
3.0	0.2	90	SW 0	SW 4	SW 0			
—	13.1	67	SW 0	SW 9	NE 27			
—	11.1	64	NE 0	SW 9	N 11			
—	12.2	57	N 4	NE 10	NE 18	18.0	16.0	13.6
—	12.3	65	NE 17	NE 31	NE 35			
—	12.3	67	NE 0	SW 3	NE 23			
—	12.2	66	NE 0	SW 10	NE 20	18.5	17.4	14.6
—	10.0	65	NE 1	SW 5	S 0			
0.2	6.2	78	S 6	SW 9	NW 0			
—	12.1	64	N 7	SW 5	SW 0			
54.6	214.3							

VII

Juillet 1902.

DATES	BAROMÈTRE	TEMPÉRATURE					
	Moyenne.	7 h.	1 h.	9 h.	Moy.	Max.	Min.
1	714.1	18.9	26.3	20.8	22.0	28.5	16.5
2	16.1	16.6	19.1	14.1	16.6	20.0	14.9
3	18.5	14.0	21.0	17.0	17.3	23.8	11.5
4	19.1	16.2	24.4	19.6	20.1	27.0	11.8
5	18.9	19.3	27.2	21.9	22.8	29.8	14.3
6	17.2	20.0	28.2	22.0	23.4	30.8	15.6
7	17.3	20.6	29.0	25.6	25.1	32.0	16.9
8	18.5	22.7	30.6	25.6	26.3	33.2	18.9
9	15.9	22.6	30.2	22.4	25.1	31.9	17.5
10	10.8	15.8	23.2	17.2	18.7	24.0	15.8
11	15.8	14.0	16.4	12.4	14.3	20.0	12.0
12	17.7	12.7	20.0	15.1	15.9	22.6	9.4
13	18.5	14.8	19.0	17.7	17.2	21.6	10.4
14	17.6	18.8	27.2	22.4	22.8	30.5	13.7
15	15.1	21.3	28.6	20.8	23.6	31.5	17.2
16	12.7	19.7	25.1	16.8	20.5	26.5	16.8
17	14.3	17.2	22.8	19.0	19.7	23.0	16.0
18	14.3	17.6	24.6	18.8	20.3	27.1	14.2
19	12.7	17.2	22.7	17.0	19.0	24.5	15.5
20	9.1	14.5	19 6	15.2	16.4	20.8	12.7
21	11.0	13.8	16.2	11.4	13.8	19.5	11.3
22	16.2	12.2	17.7	11.0	13.6	19.7	8.6
23	15.8	12.6	20.4	14.0	15.7	22.2	8.0
24	14.0	14.3	20.4	13.6	16.1	21.5	9.8
25	14.5	16.1	22.6	17.2	18.6	24.5	13.1
26	13.3	17.8	26.2	23.1	22.4	29.0	13.5
27	15.7	21.0	25.5	15.4	20.6	25.8	17.7
28	20.5	13.6	20.1	14.0	15.9	22.5	12.4
29	20.2	14.0	21.0	16.6	17.2	24.4	9.6
30	18.4	15.4	22.6	17.7	18.6	25.9	9.8
31	14.9	17.1	22.8	17.0	19.0	26.6	12.1
					19.31		

Juillet 1902.

PLUIE	SOLEIL	HUMIDITÉ	VENT Vitesse en km. à l'heure.			Caractère du temps et température du sol.		
			7 h.	1 h.	9 h.			
Mm.	Heures.	%				0m25	0m50	1m00
4.3	11.0	57	W 8	SW 6	N 13	20.0	18.7	15.5
5.6	1.0	91	SW 7	SE 9	SW 5	Orageux.		
—	12.1	70	NE 11	S 6	NE 13			
—	12.3	61	NE 0	SW 7	NW 6	19.0	18.3	16.0
—	13.3	56	NW 0	SW 5	NW 7			
—	13.0	67	N 0	SW 9	SW 0			
—	11.2	58	SE 0	SW 10	S 8			
—	13.1	53	N 0	SW 3	NE 11	21.5	19.3	16.5
15.5	13.1	60	N 0	SW 10	SW 0			
20.0	3.0	92	E 5	S 14	W 13	Orage, un peu de grêle.		
—	8.2	57	W 18	SW 20	N 17	19.7	19.5	16.9
—	13.1	58	NE 11	S 0	NE 20			
—	4.0	70	NE 0	SE 5	N 12			
—	13.0	52	E 0	S 9	E 5			
3.5	10.1	72	E 0	SW 3	N 3	19.9 Orage.	18.9	16.9
2.4	2.2	88	E 4	SW 9	NW 0			
0.6	2.1	88	NW 8	SW 7	NW 4			
2.4	11.0	74	NE 0	SW 6	SW 7	19.8	19.0	17.0
—	3.0	76	N 0	S 9	NE 14	Orage.		
1.1	0.2	71	NE 7	SW 11	NE 7			
1.1	2.3	84	SW 11	SW 22	NW 6			
—	6.0	75	N 0	SW 14	W 6	17.1	18.0	16.9
—	13.0	64	NW 3	SW 17	NE 10			
9.1	6.2	77	NE 0	SE 2	NW 0			
—	11.1	81	SW 0	SW 9	SW 6	17.4	17.5	16.4
—	11.3	69	SE 0	SE 7	W 6			
5.0	7.3	80	W 11	W 20	SE 4			
—	10.0	64	NE 7	S 5	NE 14			
—	13.1	66	NE 3	SW 8	NE 14	17.9	18.1	16.6
—	13.1	67	NE 0	S 5	SE 4			
7.2	8.0	77	SE 0	W 6	E 2	Orages l'après-midi.		
77.8	276.2							

Résumé météorologique.

Août 1902.

La température moyenne du mois a été un peu inférieure à la moyenne des 25 ans, 17°12 au lieu de 17°96 ; les dix premiers jours ont été chauds, 18°02, mais du 11 au 20 la température s'est abaissée à 16°42 pour se relever légèrement, 16°95, du 21 au 31. La température maximum de 28° n'a été atteinte qu'une fois, le 6 ; en revanche quatre jours successifs, du 12 au 15, les minima n'ont pas atteint 10° ; le minimum absolu est 8° le 12.

La température du sol est restée presque constante ; elle variait de 18° à 16°4 au commencement du mois entre $0^{m}25$ et 1^{m}, et à la fin elle était, aux mêmes profondeurs, 18° et 17°.

L'insolation a été faible 217,1 h. au lieu de 258,3 h. ; en somme mois peu favorable à la végétation.

Il y a eu un fort excès de pluie, 165^{mm} au lieu de 108 ; la pluie a été fréquente car on ne compte pas moins de 19 jours où il a plu et dans ce nombre 7 dont la chute diurne dépasse 10^{mm}.

Les stations pluviométriques vaudoises ont donné les résultats suivants :

Lausanne, Champ-de-l'Air. .	$164^{mm}6$	Chessel	$126^{mm}3$
» Pierra-Portay . .	$157^{mm}6$	Palézieux (gare). . . .	$208^{mm}2$
» Montétan . . .	$160^{mm}6$	Payerne.	$135^{mm}2$
Morges.	$166^{mm}4$	Avenches	$150^{mm}4$
Cossonay.	$179^{mm}3$	Montcherand	$164^{mm}9$
Chexbres.	$154^{mm}5$	Valleyres s/ Rances . .	$162^{mm}0$
Vevey (Praz)	$147^{mm}4$	Sainte-Croix	$174^{mm}8$
Clarens.	$136^{mm}7$	Sentier.	$163^{mm}1$
Les Avants	$179^{mm}0$	Château-d'Œx.	$146^{mm}8$
Bex (Chiètres).	$105^{mm}6$	Yverdon	$153^{mm}0$
Bex (village)	$126^{mm}8$		

Le mois d'août a eu plusieurs journées orageuses, les principales sont : le 1er, orage à 3 h. matin et l'après-midi ; le 7, orageux au N. et NW de 8 h. 30 du soir ; le 8, tonnerre depuis midi, orages à 3 h. 30 et 4 h. 30 p. m. ; le 17, nuit orageuse ; le 20, orage dès 6 h. 30 matin, un peu de grêle à 7 h. 20 ; le 29, orageux à l'ouest dès 7 h. 45 du soir.

Résumé météorologique.

Septembre 1902.

Le mois de septembre a été sensiblement normal, température 14°17 au lieu de 14°52 moyenne de 25 ans. La répartition par décades est la suivante 16°8 du 1 au 10 ; 13°0 du 11 au 20 ; 12°6 du 21 au 31 ; c'est donc une baisse de température de 4°2 pendant le mois ; dans le sol la baisse à été de 18°0 à 12°1 à $0^{m}25$ et de 17° à 15° à 1^{m} de profondeur. Le maximum absolu de la température a eu lieu le 4 avec 26°2 le minimum le 30 avec 9°6.

L'insolation s'est élevée à 184 h. $^{1}/_{4}$ ce chiffre est inférieur à celui de la moyenne de 10 ans qui est 197 h. $^{3}/_{4}$.

Ainsi au point de vue thermique : insolation et température, le mois de septembre n'a pas été favorable à la végétation.

La chute de pluie a été faible $74^{mm}1$ au lieu de 108.3 ; enfin on a observé trois fois des orages éloignés depuis la Station.

Observations pluviométriques.

Lausanne, Champ-de-l'Air .	$74^{mm}1$	Chessel	?
» Pierra-Portay .	$83^{mm}6$	Palézieux (gare) . . .	$112^{mm}3$
» Montétan . . .	$66^{mm}6$	Payerne	$68^{mm}9$
Morges	$84^{mm}6$	Avenches	$68^{mm}0$
Cossonay	$79^{mm}0$	Montcherand	$52^{mm}4$
Chexbres	$120^{mm}6$	Valleyres s. Rances. .	$54^{mm}3$
Vevey (Praz)	$84^{mm}3$	Sainte-Croix	?
Clarens	$65^{mm}00$	Sentier	$88^{mm}8$
Les Avants.	$78^{mm}00$	Château-d'Œx	$78^{mm}1$
Bex (Chiètres)	$67^{mm}0$	Yverdon.	$79^{mm}7$
Bex (village)	$59^{mm}1$		

VIII

Août 1902

DATES	BAROMÈTRE	TEMPÉRATURE					
	Moyenne	7 h.	1 h.	9 h.	Moy.	Max.	Min.
1	714.6	15.4	19.5	16.3	17.1	21.8	14.5
2	14.1	14.6	16.8	14.0	15.1	19.3	14.1
3	14.7	13.7	20.0	13.1	15.6	21.5	12.0
4	14.4	13.8	20.6	16.2	16.9	23.4	9.3
5	15.2	16.9	22.2	18.6	19.2	25.1	13.7
6	15.0	17.6	25.4	22.1	21.7	28.1	14.9
7	13.7	19.4	23.3	19.9	20.9	27.0	15.7
8	13.5	19.0	24.2	16.8	20.0	27.0	17.7
9	17.1	15.0	21.2	15.0	17.1	22.8	13.0
10	15.6	14.3	20.6	14.8	16.6	23.0	10.8
11	14.9	11.8	14.6	11.6	12.7	18.5	10.4
12	15.9	10.5	13.0	9.9	11.1	14.5	8.0
13	15.4	11.6	17.1	12.0	13.6	19.4	8.3
14	14.0	12.5	20.8	15.7	16.3	22.1	9.6
15	14.8	14.4	22.2	16.6	17.7	24.5	9.8
16	13.4	15.3	23.4	20.0	19.6	26.0	11.0
17	14.6	14.6	19.2	17.6	17.1	24.2	13.4
18	15.9	16.2	23.6	17.2	19.0	25.3	12.2
19	13.3	17.9	25.6	23.4	22.3	28.2	13.5
20	15.3	15.4	14.6	14.4	14.8	19.7	14.3
21	17.4	15.0	21.6	14.8	17.1	23.1	11.6
22	18.5	13.6	20.6	15.6	16.6	22.2	11.0
23	16.8	14.0	21.4	16.0	17.1	23.5	10.3
24	13.9	15.6	23.8	18.6	19.3	25.8	11.8
25	13.7	15.6	16.6	13.6	15.3	17.5	14.6
26	11.7	13.4	16.4	14.0	14.6	18.5	11.9
27	12.8	13.2	19.3	16.0	16.2	22.1	11.8
28	14.2	15.4	21.9	15.8	17.7	23.0	12.0
29	10.9	15.0	20.7	16.8	17.5	21.9	11.5
30	11.7	14.8	20.2	15.2	16.7	22.9	12.0
31	15.4	15.5	22.0	17.8	18.4	24.3	13.0
					17.12		

Août 1902.

PLUIE	SOLEIL	HUMIDITÉ	VENT Vitesse en km. à l'heure.			Caractère du temps et température du sol.		
			7 h.	1 h.	9 h.			
Mm.	Heures.	%				0m25	0m50	1m00
23.9	1.2	93	E 11	E 14	N 7	18.0	18.1	16.4
18.7	1.1	100	E 6	E 8	E 0			
—	9.0	65	N 7	SW 5	NE 11			
—	12.0	69	NE 5	S 5	SE 0			
—	2.3	77	SE 0	W 9	NE 8	18.0	18.0	16.5
—	12.1	82	NE 1	E 4	SW 0			
—	7.0	78	W 0	SW 12	N 0			
5.7	3.3	84	N 0	NW 0	W 4	20.0	19.0	17.0
—	11.3	72	NW 4	NW 8	NW 9			
2.2	8.3	69	NE 0	SW 6	NE 14			
0.1	4.1	85	W 0	W 20	W 4			
2.2	0.2	89	NE 5	W 8	W 0	17.0	18.3	17.0
0.2	4.1	89	SW 5	W 8	SW 1			
—	9.2	72	SW 0	SW 5	N 12			
—	12.2	74	NE 0	S 7	NE 15	17.2	17.9	16.9
18.7	9.2	73	NE 0	SW 10	SW 4			
10.0	5.2	97	NE 7	SW 10	SW 5			
—	12.2	80	SE 0	SW 6	SW 5			
15.4	11.0	64	SE 4	SE 0	SE 7	18.7	18.6	17.0
25.4	4.2	100	NE 9	SW 4	NE 4			
—	8.0	77	N 0	SW 0	NE 16			
—	12.0	69	W 0	NW 18	NE 21	18.0	18.5	17.1
—	12.2	91	NE 0	S 3	SE 0			
4.0	12.0	78	SE 0	SW 8	SW 0			
25.7	—	100	W 0	SW 0	NE 6			
7.2	—	100	NE 5	SE 3	N 4	17.4	18.0	17.0
0.2	5.2	92	SW 3	S 0	SE 0			
1.1	3.3	92	SE 0	SE 7	N 0			
0.5	3.2	98	N 4	W 3	NW 5	18.0	18.0	17.0
1.3	5.1	89	NW 0	SW 37	SW 0			
3.1	10.3	89	W 0	SW 8	SW 0			
164.6	217.1							

IX

Septembre 1902.

DATES	BAROMÈTRE	TEMPÉRATURE					
	Moyenne	7 h.	1 h.	9 h.	Moy.	Max.	Min.
1	716.5	15.6	20.9	15.6	17.4	23.8	14.5
2	15.7	15.6	22.0	16.9	18.2	24.1	12.5
3	15.6	15.7	22.9	17.8	18.8	26.2	12.7
4	15.0	16.7	24.1	19.0	19.9	26.3	13.7
5	16.6	15.6	15.5	14.4	15.2	20.5	13.8
6	16.8	12.7	11.9	10.9	11.8	18.0	11.4
7	17.0	11.0	18.0	14.0	14.3	20.7	8.6
8	17.2	13.0	18.7	15.4	15.7	21.2	10.0
9	14.9	15.2	20.2	16.6	17.3	23.0	12.2
10	14.7	15.8	23.8	19.6	19.7	25.5	13.0
11	12.9	16.0	21.4	16.4	17.9	22.4	14.0
12	8.7	15.6	14.8	14.1	14.8	18.0	14.4
13	11.4	12.8	11.6	9.0	11.1	13.7	11.9
14	14.1	8.2	14.6	9.1	10.6	17.0	5.0
15	16.6	9.0	15.6	12.2	12.3	18.5	6.7
16	16.3	11.0	16.6	12.6	13.4	18.4	8.0
17	16.3	11.8	16.0	12.2	13.3	19.0	9.9
18	17.7	11.2	16.3	10.4	12.6	18.5	8.9
19	19.9	8.4	15.8	11.0	11.7	18.8	6.0
20	20.7	10.4	16.2	11.6	12.7	19.0	7.4
21	18.9	11.0	19.2	12.7	14.3	21.6	8.3
22	17.3	11.2	17.5	11.6	13.4	20.0	8.0
23	16.5	12.8	18.1	13.2	14.7	20.0	10.0
24	17.2	14.4	18.1	14.6	15.7	20.0	11.7
25	18.5	12.3	16.9	13.0	14.1	19.0	11.1
26	18.1	12.2	17.4	12.8	14.1	18.5	10.8
27	17.5	11.1	17.2	11.4	13.2	18.5	9.0
28	13.9	10.0	15.1	6.6	10.6	16.2	8.0
29	8.9	5.6	8.0	7.2	6.9	9.5	4.0
30	7.6	6.8	11.8	9.4	9.3	13.5	3.6
					14.17		

Septembre 1902.

PLUIE	SOLEIL	HUMIDITÉ	VENT Vitesse en km. à l'heure			Caractère du temps et température du sol		
			7 h.	1 h.	9 h.			
Mm.	Heures	%				0m25	0m50	1m00
0.5	2.2	92	SE 0	SE 0	E 4			
—	10.3	93	SE 3	SW 8	SE 0	18.0	18.1	17.0
—	11.1	87	SE 4	SW 7	SW 0			
2.4	11.0	83	NW 0	SW 6	NE 4	Orage dès 11 h. 30 s.		
17.1	1.3	96	NE 6	SW 13	N 5	18.6	18.5	17.0
8.0	1.2	98	E 0	N 14	N 4	Grésil.		
—	11.1	92	NE 3	SE 8	NE 5			
—	6.0	93	NE 5	S 6	NE 0			
—	4.3	93	NE 1	SW 0	SW 0	17.5	17.6	17.0
1.9	6.3	84	SE 0	S 0	N 14			
10.0	1.2	91	NW 0	W 6	W 8	18.0	18.0	17.0
13.4	0.1	100	NE 0	SW 13	W 6	Tonn. et écl. au SW à 12 h.		
5.3	—	97	SW 15	N 6	N 11			
—	10.0	82	N 8	SW 11	NE 13			
—	10.0	74	NE 12	S 11	NE 10			
—	8.1	85	W 13	SW 28	SW 11	15.2	16.4	16.5
0.6	6.0	89	W 6	SW 19	NW 7			
—	8.2	79	NW 5	NE 8	NE 23			
—	10.0	83	SE 4	SW 4	NE 7	14.8	16.0	16.2
—	6.3	93	NE 0	SW 5	SW 0			
—	10.0	94	SE 0	S 9	SE 0			
—	5.3	94	SE 8	S 3	E 0			
—	6.0	92	E 0	SW 5	SW 4	15.0	15.6	15.6
—	1.0	88	W 6	W 2	SW 0			
—	3.1	99	SW 2	SW 6	NE 6			
—	8.0	93	NE 20	SE 7	NE 11	15.1	16.0	15.5
—	7.2	91	NE 4	SE 7	N 0			
—	9.2	80	NE 16	NE 18	NE 36			
5.4	1.3	100	NE 15	NE 16	NE 0			
9.5	2.3	95	NE 4	NE 9	NE 5	12.1	14.2	15.0
74.1	184.1							

Résumé météorologique.

Octobre 1902.

Le mois d'octobre a été froid : 8°8 au lieu de 9°1 ; la température, normale au commencement du mois : 9°3 du 1 au 10, s'est élevée à 10°4 du 11 au 20, pour tomber à 6°8 du 21 au 31 ; les extrêmes absolus ont été 17°9 le 10 et 1°0 le 25.

La température du sol s'est abaissée de 11°8 à 8°6 à $0^{m}25$ et de 14°4 à 11°1 à 1 mètre. L'insolation a été très faible : 77 h. $^{1}/_{2}$ au lieu de 135 heures. Enfin la chute de pluie est inférieure à la moyenne : $94^{mm}8$ au lieu de 118.

Observations pluviométriques.

Lausanne, Champ-de-l'Air . .	$94^{mm}8$	Chessel	$93^{mm}2$
» Pierra-Portay . .	$98^{mm}0$	Palézieux-gare	$119^{mm}5$
» Montétan . . .	$90^{mm}9$	Payerne	$75^{mm}2$
Morges	$84^{mm}2$	Avenches.	$96^{mm}3$
Cossonay	$80^{mm}2$	Montcherand	$59^{mm}3$
Chexbres.	$94^{mm}2$	Valleyres s. Rances . .	$57^{mm}7$
Vevey (Praz)	$105^{mm}5$	Sainte-Croix.	$113^{mm}0$
Clarens	$82^{mm}0$	Sentier	$123^{mm}4$
Les Avants	$140^{mm}0$	Château-d'Œx	$98^{mm}4$
Bex (Chiètres)	$79^{mm}8$	Yverdon	$60^{mm}0$
Bex (village)	$81^{mm}7$		

Chute de pluie à Sainte-Croix en septembre : 67°1.

Résumé météorologique.

Novembre 1902.

La température de novembre est de plus de 1° inférieure à la moyenne, soit 3°4 au lieu de 4°6, la première décade avait une température de 6°, la seconde, de 1°5, et la troisième, de 2°8. Il y a eu 7 jours froids, minimum au-dessous de zéro ; et trois jours très froids, maximum au-dessous de zéro ; enfin 5 jours à température moyenne inférieure à zéro.

La température du sol a varié de 7°1 à 5°0 à $0^{m}25$, et de 10°8 à 7°4 à 1 mètre. La première neige est tombée le 18.

Le nombre des heures de soleil s'est élevé à 51 $^{1}/_{2}$ h., chiffre très inférieur à la moyenne qui est de 75 h. 6.

La chute de pluie a aussi été inférieure à la normale, soit $70^{mm}3$ au lieu de $88^{mm}1$.

Stations pluviométriques :

Lausanne, Champ-de-l'Air	$70^{mm}3$	Chessel	$55^{mm}9$
» Pierra-Portay	$68^{mm}1$	Palézieux (gare)	$67^{mm}2$
» Montétan	$65^{mm}5$	Payerne	$45^{mm}8$
Morges	$65^{mm}5$	Avenches	$31^{mm}2$
Cossonay	$58^{mm}3$	Montcherand	$50^{mm}4$
Chexbres	$64^{mm}6$	Valleyres s/ Rances	$46^{mm}1$
Vevey (Praz)	$51^{mm}7$	Sainte-Croix	$83^{mm}1$
Clarens	$57^{mm}6$	Sentier	$85^{mm}1$
Les Avants	$68^{mm}0$	Château-d'Œx	$45^{mm}0$
Bex (Chiètres)	$37^{mm}0$	Yverdon	$55^{mm}3$
Bex (village)	$31^{mm}1$		

X

Octobre 1902.

DATES	BAROMÈTRE	TEMPÉRATURE					
	Moyenne	7 h.	1 h.	9 h.	Moy.	Max.	Min.
1	708.4	3.8	10.6	8.4	7.6	13.0	1.6
2	09.0	7.4	8.9	6.4	7.6	11.5	3.0
3	12.2	6.4	13.2	8.2	9.3	14.8	4.0
4	11.7	6.0	10.0	8.0	8.0	11.0	3.6
5	09.7	8.2	10.9	9.6	9.6	13.0	5.1
6	10.5	9.3	11.9	8.2	9.8	12.4	7.3
7	10.5	8.2	9.8	5.2	7.7	12.5	6.0
8	12.1	6.0	10.6	9.2	8.6	11.0	3.0
9	09.9	8.0	14.2	10.7	11.0	15.5	5.0
10	09.1	11.4	16.2	12.4	13.3	17.9	7.0
11	08.2	11.7	15.2	12.4	13.1	16.0	9.5
12	14.4	10.6	14.4	11.8	12.3	16.5	9.6
13	21.2	9.4	16.5	10.8	12.2	17.7	8.4
14	17.6	10.0	14.0	11.6	11.9	15.7	8.4
15	15.8	10.6	14.8	10.2	11.9	15.2	8.7
16	11.4	11.6	11.2	8.9	10.6	13.4	8.0
17	11.7	6.8	8.6	5.6	7.0	10.4	5.5
18	12.1	4.2	9.4	7.2	6.9	10.6	3.0
19	15.1	7.6	10.4	7.6	8.5	10.9	3.0
20	17.1	6.8	11.9	10.4	9.7	13.6	4.8
21	17.5	10.0	14.2	10.8	11.7	16.0	5.5
22	19.3	8.1	11.2	6.6	8.6	14.0	7.0
23	21.2	5.8	8.6	5.8	6.7	14.4	4.8
24	21.9	4.2	8.8	5.2	6.1	11.4	3.9
25	21.5	2.4	7.1	3.7	4.4	12.1	1.0
26	17.4	4.0	5.8	4.2	4.7	6.1	1.5
27	14.8	3.2	8.6	5.4	5.7	9.5	1.7
28	13.6	6.6	10.3	7.0	8.0	10.5	2.5
29	13.1	5.0	10.8	5.4	7.1	11.7	4.1
30	14.6	5.2	7.0	6.0	6.1	7.2	3.9
31	15.4	4.8	7.9	5.0	5.9	10.0	4.1
					8.76		

Octobre 1902.

PLUIE	SOLEIL	HUMIDITÉ	VENT Vitesse en km. à l'heure			Caractère du temps et température du sol		
			7 h.	1 h.	9 h.			
Mm.	Heures	%				0m25	0m50	1m00
0.3	7.0	86	W 0	SW 12	NE 0			
14.5	—	100	NE 0	NE 5	W 4			
—	7.3	90	NW 0	NW 7	NE 5	11.8;	13.2;	14.4.
9.7	—	98	NE 1	SE 0	SE 0			
5.3	1.1	100	SE 0	SE 5	SE 0			
—	—	97	W 6	SW 10	SW 0			
2.1	2.3	100	SW 3	W 0	W 0	11.9;	13.0;	13.6.
1.1	—	96	W 6	W 8	W 0			
0.4	2.2	97	SE 4	SE 4	SE 0			
6.1	3.0	100	NW 6	NW 0	NW 0	11.8;	12.8;	13.2.
6.1	—	100	NE 0	N 5	SW 0	brouillard.		
0.1	0.2	98	W 2	W 0	NE 12			
—	8.1	93	NE 0	NW 5	N 4			
3.6	1.1	98	N 0	NW 0	W 1	12.3;	13.1;	13.3.
—	1.2	92	SW 0	SW 9	W 2			
30.1	—	95	SW 19	SW 30	SW 24			
1.5	5.3	85	SW 16	SW 17	W 0	11.5;	12.9;	13.1.
0.9	3.3	92	W 7	SW 18	SW 12			
3.2	0.1	100	SW 7	SW 5	SW 3			
0.4	1.2	94	SW 0	SW 12	SE 0			
7.0	1.1	98	SE 0	SW 17	NW 4	11.0;	12.0;	12.7
2.1	4.2	81	NE 14	NW 5	N 5			
0.3	1.1	100	SW 4	E 0	NE 20			
—	9.2	92	NE 22	NE 26	NE 32	9.8;	11.8;	12.5
—	3.0	98	NE 10	NE 6	NE 0			
—	—	100	NE 6	NE 0	NW 3			
—	1.3	98	NW 4	SW 2	N 0			
—	—	91	N 0	NE 4	NE 20	9.0;	10.5;	11.8.
—	7.3	90	NE 18	NE 6	NE 4			
—	—	100	NE 0	NW 9	NW 3			
—	1.2	94	NE 13	NE 14	NE 9	8.6;	10.0;	11.1.
94.8	77.2							

Novembre 1902.

DATES	BAROMÈTRE	TEMPÉRATURE					
	Moyenne	7 h.	1 h.	9 h.	Moy.	Max.	Min.
1	715.5	4.0	6.6	5.4	5.3	6.8	2.2
2	15.8	4.0	7.4	3.5	5.0	8.7	3.5
3	16.9	4.4	9.2	4.0	5.9	15.0	2.6
4	15.8	1.8	9.2	3.2	4.7	13.0	1.1
5	13.6	4.0	8.7	6.2	6.3	8.8	1.0
6	9.8	4.0	7.5	4.7	5.4	10.5	3.3
7	9.8	5.2	9.2	8.6	7.7	11.4	3.6
8	14.5	4.4	11.0	6.3	7.2	15.0	3.1
9	12.5	7.2	7.6	5.8	6.9	9.5	3.1
10	15.2	3.7	8.2	4.0	5.3	10.0	3.0
11	13.7	2.6	7.8	3.2	4.5	11.9	0.3
12	16.6	3.8	6.3	4.2	4.8	6.4	1.6
13	18.1	4.0	5.0	3.6	4.2	5.5	3.0
14	18.9	3.4	5.5	1.6	3.5	5.5	2.7
15	17.8	0.4	2.4	2.2	1.7	2.4	0.0
16	15.8	2.8	4.9	1.6	3.1	5.3	0.2
17	13.1	1.0	1.1	—0.7	0.5	1.3	0.5
18	9.8	—3.0	—2.8	—3.4	—3.1	—2.4	—3.2
19	11.3	—2.6	—0.3	—1.0	—1.3	0.7	—4.0
20	15.0	—2.0	—3.2	—4.0	—3.1	—1.6	—2.6
21	14.7	—3.6	—2.1	—2.4	—2.7	—1.6	—4.8
22	16.3	—4.4	—0.4	—2.6	—2.5	1.4	—4.6
23	17.5	—0.6	4.0	1.5	1.6	4.2	—2.6
24	13.5	0.5	5.2	2.5	2.7	6.3	—0.5
25	4.4	4.2	5.2	3.7	4.4	6.0	1.5
26	1.1	4.4	5.7	5.0	5.0	6.0	3.5
27	6.1	4.3	7.3	5.4	5.7	7.3	4.0
28	6.3	3.6	6.4	5.8	5.3	7.4	2.1
29	2.3	5.0	7.8	4.4	5.7	8.5	4.0
30	3.6	4.7	6.6	5.0	5.4	7.9	3.8
					3.4		

Novembre 1902.

PLUIE	SOLEIL	HUMIDITÉ	VENT Vitesse en km. à l'heure.			Caractère du temps et température du sol.		
			7 h.	1 h.	9 h.			
Mm.	Heures	%				0m25	0m50	1m00
—	—	93	NE 17	NE 12	NE 5			
—	0.2	93	NE 20	NE 9	NE 4			
—	5.1	95	NE 0	NW 6	NW 0			
—	8.3	93	N 0	N 6	NW 0	7.1	9.2	10.8
—	1.1	100	NW 3	NW 0	NW 0			
—	2.3	100	NW 0	NW 7	NW 0			
1.9	1.0	100	SE 5	SE 0	SW 20	7.5	9.0	10.3
—	8.1	87	W 0	W 0	SW 0			
18.5	—	100	SW 0	W 4	SE 0			
—	6.1	97	SE 7	SE 2	NE 6			
—	4.3	97	NE 0	S 12	SE 3	5.0	8.8	10.0
—	—	100	SE 4	SE 5	SE 0			
—	—	100	SE 0	SE 7	SE 2			
—	—	100	SE 3	E 5	NE 12	7.0	8.5	9.5
—	—	100	NE 17	NW 5	N 6			
—	0.2	96	N 7	N 0	NE 17			
1.0	—	100	NE 20	NE 21	NE 19			
3.6	—	100	NE 23	NE 18	NE 7			
1.5	0.1	97	NE 16	W 0	SW 8	5.1 Prem.	7.7 neige	9.2
5.1	—	100	W 4	N 7	NW 5			
—	4.3	97	N 19	NE 22	NE 7	4.5	6.6	8.8
—	0.2	97	NE 13	NE 6	NE 5			
—	—	93	NE 0	NE 0	NE 0			
—	3.1	92	NE 2	NE 5	NE 0			
8.4	—	100	NE 6	E 0	E 0	4.0	5.9	8.0
27.2	—	100	E 6	SW 0	SE 9			
—	0.1	96	SW 5	SW 1	SW 2			
1.8	2.2	98	SE 4	SW 5	SE 0	5.0	6.2	7.4
—	—	94	E 6	E 0	NE 0			
1.3	0.3	100	W 0	NW 0	NW 5			
70.3	51.2							

Résumé météorologique.

Décembre 1902.

Ce mois n'a pas eu un caractère bien marqué, un peu plus froid que la moyenne + 0°52 au lieu de + 0°68, il est un peu plus sec 65 mm. de pluie au lieu de 73 et moins clair 42 h. de soleil au lieu de 60. Au point de vue thermique, il comprend une période très froide du 4 au 14, pendant laquelle la température moyenne diurne est toujours au-dessous de zéro ; le reste du mois, sauf deux jours, a une température supérieure à la normale ; on compte 13 jours à température moyenne inférieure à zéro et 18 à température au-dessus de zéro. Le jour le plus froid est le 5 avec une température de — 7°2 et un minimum de — 10°. Le jour le plus chaud, le 18, la moyenne est 6°9 et le maximum + 8°7.

La température du sol à la surface, c'est-à-dire à $0^{m}25$, a baissé de 5°3 à 2°9 ; à un mètre, elle est descendue de 7°5 à 5°2 ; le bilan de l'année est donc le suivant :

	Température du sol.		
	$0^{m}25$	**$0^{m}50$**	**$1^{m}00$**
31 décembre 1901	2°0	3°4	5°0
31 décembre 1902	2°9	4°1	5°2
Solde actif en faveur du sol en 1902	+ 0°9	+ 0°7	+ 0°2

Les 42 $^3/_4$ h. de soleil se répartissent entre 15 jours clairs, ce qui donne un peu plus de 2 $^3/_4$ h. par jour de soleil.

La chute de pluie est la suivante dans les diverses stations vaudoises :

Lausanne, Champ-de-l'Air .	70^{mm}3	Chessel	83^{mm}3
» Pierra Portay .	61^{mm}1	Palézieux-gare	90^{mm}9
» Montétan . .	52^{mm}8	Payerne.	33^{mm}1
Morges	—	Avenches	55^{mm}9
Cossonay	53^{mm}0	Montcherand	59^{mm}1
Chexbres	83^{mm}9	Valleyres sous Rances .	73^{mm}9
Vevey (Praz)	77^{mm}8	Sainte-Croix	146^{mm}9
Clarens	78^{mm}8	Sentier	113^{mm}3
Les Avants.	103^{mm}0	Château-d'Œx. . . .	127^{mm}6
Bex (Chiètres). . . .	34^{mm}7	Yverdon	37^{mm}9
Bex-village.	62^{mm}9	Rochers de Naye . . .	424^{mm}1

sous forme de 2 m. de neige.

De la station de Vevey, M. G. Rey nous donne les chiffres suivants pour l'année 1902, la chute de pluie à la station de Praz s'est élevée à 1202 mm., tandis qu'elle était de 1151 au musée Jenisch, à Vevey, les deux pluviomètres sont à une distance de 1 km. et ont une différence d'altitude de 70 m.

Le bilan de l'année 1902 est à l'observatoire du Champ-de-l'Air le suivant :

Température moyenne	8°84	au lieu	de	9°07
Chute de pluie . .	1067 mm.	»	»	1027 mm.
Insolation	1639 h	»	»	1931 h.

Nous donnerons plus tard un résumé plus complet de la climatologie de 1902.

On remarque dans la colonne des observations pluviométriques que le chiffre de Morges manque, ce fait a pour la science en général et pour la météorologie en particulier une très grande signification. En effet, si nous n'avons pas d'observations de Morges, c'est que le savant distingué que la science universelle connaissait sous le nom de *Charles Dufour, de Morges*, nous a été repris dans la nuit du 27 au 28 décembre. Ce n'est pas ici le lieu de retracer la carrière d'un des savants les plus illustres que le canton de Vaud ait produits et dont les travaux sont connus bien au-delà des frontières de la Suisse ; la carrière scientifique de ce vénéré maître sera, nous l'espérons, XII

Décembre 1902.

DATES	BAROMÈTRE	TEMPÉRATURE					
	Moyenne.	7 h.	1 h.	9 h.	Moy.	Max.	Min.
1	706.8	5.6	6.8	4.0	5.5	7.3	4.0
2	10.2	5.5	8.2	4.8	6.2	8.3	3.0
3	10.3	2.8	6.2	3.6	4.2	7.0	2.5
4	11.9	0.6	—1.6	—7.6	—2.9	0.6	0.4
5	12.7	—8.2	—6.5	—6.8	—7.2	—6.5	—10.0
6	13.5	—6.6	—6.0	—6.5	—6.4	—5.0	—7.0
7	13.0	—6.0	—5.0	—5.2	—5.4	– 4.1	—7.0
8	11.1	—5.2	—3.1	—3.6	—4.0	—2.1	—6.0
9	10.2	—3.0	—1.9	—7.0	—4.0	—0.6	—4.8
10	14.6	—6.6	—2.5	—5.4	—4.8	—2.5	—7.0
11	16.3	—4.4	—3.0	—3.8	—3.7	—2.8	—6.0
12	17.9	—3.2	—1.2	—2.6	—2.3	—1.0	—4.0
13	21.2	—1.0	0.6	0.2	—0.1	—1.0	—2.7
14	23.5	—1.0	1.4	—0.8	—0.1	2.5	—2.0
15	21.3	—1.2	0.0	1.8	0.2	1.8	—1.6
16	23.4	0.0	3.8	1.6	1.8	4.7	—0.4
17	23.4	1.8	5.9	7.2	5.0	8.0	1.0
18	20.2	7.2	7.9	5.6	6.9	8.7	5.3
19	20.3	2.2	2.7	0.7	1.9	4.2	2.0
20	20.4	1.2	2.8	3.0	2.3	3.2	0.3
21	19.3	3.2	3.3	3.3	3.2	4.0	2.0
22	21.0	3.5	4.4	0.4	2.8	5.0	2.4
23	24.5	0.2	0.6	—1.4	—0.2	2.4	—1.5
24	25.6	—1.0	0.9	—0.6	—0.2	1.5	—2.1
25	24.3	—1.6	2.6	0.4	0.5	3.0	—2.0
26	22.7	1.0	4.0	3.6	2.9	5.0	—0.5
27	22.5	3.3	7.4	4.4	5.0	8.1	1.5
28	15.7	2.8	4.7	2.1	3.2	5.5	2.5
29	3.9	1.2	6.7	4.1	4.0	7.2	—1.0
30	697.5	2.3	0.6	0.2	1.0	2.5	1.4
31	701.7	—0.4	2.2	0.2	0.7	3.0	—0.5
					+0.52		

Décembre 1902.

PLUIE	SOLEIL	HUMIDITÉ	VENT Vitesse en km. à l'heure. 7 h.	1 h.	9 h.	Caractère du temps et température du sol.		
Mm.	Heures.	%				0m25	0m50	1m00
5.8	0.2	100	W 7	SW 0	SW 3			
2.2	2.1	94	W 17	SW 23	W 16	5.3	6.5	7.5
4.0	1.2	93	W 0	W 4	W 6			
0.5	—	92	W 20	NE 23	NE 38	Neige.		
—	—	98	NE 31	NE 26	NE 12	3.6	6.0	7.4
—	—	98	NE 11	NE 10	NE 11			
3.1	—	89	NE 13	NE 9	NE 7			
—	—	98	NE 7	NE 3	NE 10	Neige.		
—	0.1	100	NE 0	NE 0	NE 5	1.6	4.0	6.5
—	—	100	NE 5	NE 9	NE 11			
—	—	100	NE 0	NE 3	NE 0			
—	—	100	NE 2	NE 0	NE 0	1.4	3.8	5.1
—	—	100	NE 0	NE 4	NE 0			
—	2.1	100	NE 0	NE 4	NE 0			
1.9	0.2	100	NE 6	NE 1	W 0			
5.8	2.3	100	NW 6	NE 5	NW 0	1.9	3.5	5.4
1.4	—	100	NW 0	NW 3	NW 0			
7.6	—	93	NW 4	SW 48	W 7			
6.2	—	100	W 20	SW 0	NW 0	3.3	4.2	5.4
8.0	—	100	NW 2	NW 3	SW 0			
6.8	—	100	SW 0	SW 4	SE 0			
—	7.0	98	NE 20	NE 26	NE 15			
—	5.1	95	NE 0	NE 13	NE 5	2.5	4.0	5.2
—	0.2	100	NE 4	N 2	N 0			
—	3.0	100	N 0	W 0	SW 2			
—	—	98	NW 6	W 11	W 8	2.0	3.7	5.2
—	3.0	97	W 0	NW 7	NW 3			
—	0.1	97	NW 12	SW 16	NW 0			
3.7	4.3	83	NW 6	SW 19	SW 19			
8.4	—	100	SW 8	W 7	E 0	2.9 Neige.	4.1	5.2
—	4.0	94	W 6	SW 12	SW 4			
65.4	42.3							

décrite dans le *Bulletin de la Société vaudoise des sciences naturelles.* Nous tenons seulement à rappeler que peu d'hommes ont autant contribué que *Charles Dufour* au développement de la météorologie dans notre pays ; il a été membre dès sa fondation de la Commission fédérale de météorologie, son nom est intimement lié à ceux de ces naturalistes et observateurs vaudois : Yersin, Burnier, J. Marguet, pour ne citer que les disparus qui ont, au milieu d'une vie très occupée, constamment étudié les phénomènes si beaux qui se manifestent dans l'atmosphère, dans le sol et dans l'eau et qui constituent cette belle science qui s'appelle la physique terrestre. Puisse l'exemple de Charles Dufour être suivi par les jeunes savants et qu'ils apprennent de lui ce que vaut la conscience scientifique et tout ce qu'elle peut faire lorsqu'elle est mise au service d'une belle intelligence.

New York Botanical Garden Library
3 5185 00259 8884